

Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

UVOD

PONAVLJAMO

Ekonomija

- riječ ekonomija dolazi od grčke riječi (*οἰκονομία* = *οἶκος* (kuća) + *νόμος* (zakon)), a znači "kućna pravila"
- moderna ekonomija potiče iz kasnih godina 19. stoljeća
 - upravljanje društvenim resursima je važno jer su **resursi oskudni**
 - oskudnost implicira **izbor**, a izbor implicira trošak
 - oskudnost znači da društvo ima **limitirane resurse** i stoga ne može proizvesti sva dobra i usluge koje ljudi žele
 - ekonomija je proučavanje kako društvo **upravlja svojim oskudnim resursima**
 - cilj (bit): priznati stvarnost **oskudnosti** i pronaći način **najefikasnije** uporabe resursa

Ekonomika je znanstveno proučavanje kako društva upotrebljavaju sredstva da bi proizvela korisne robe i raspodijelila ih različitim ljudima. U osnovi ove definicije su dvije osnovne ekonomiske postavke: sredstva su oskudna te društvo mora efikasno upotrebljavati ta sredstva. Efikasnost znači nenazočnost rasipnosti odnosno uporabu ekonomskih sredstava na optimalan način da bi se zadovoljile potrebe i želje ljudi. Podsjetimo se još samo da su tri osnovna pitanja ekonomije: ŠTO proizvoditi, KAKO i ZA KOGA proizvoditi?

Također se podsjetimo i da postoje tri osnovna faktora proizvodnje: ZEMLJA (PRIRODNI IZVORI), RAD i KAPITAL.



10 PRINCIPA EKONOMIJE



10 principa ekonomije* (1)

- Kako ljudi donose odluke
 1. **Ljudi se suočavaju s izborom** – da bi se dobila jedna stvar mora se odreći neke druge (raspored vremena, proračuna, efikasnost, pravednost i sl.)
 2. **Trošak nečega jednak je onome čega se odričemo da bismo to dobili** (oportunitetni trošak)
 3. **Racionalni ljudi razmišljaju o graničnim slučajevima** (granična korist, graničan trošak)
 4. **Ljudi reagiraju na poticaje** (ponuda i potražnja)

* Za više: N.G. Mankiw, Osnove ekonomije, Mate, Zagreb 2004.

PODSJETNIK:

Ekonomija proizvodi efikasno kad ne može proizvesti više jednog dobra bez da proizvede manje nečeg drugog! Odluke imaju **oportunitetne troškove** jer izvor jedne stvari u svijetu oskudnosti znači žrtvovanje neke druge. Oportunitetni trošak je vrijednost žrtvovanog dobra ili usluge.

Ljudi nastoje izabrati ona dobra i usluge koje najviše cijene, tj. nastoje maksimizirati svoju korisnost. **Granična korisnost** predstavlja dodatak "dodatak" izazvan konzumiranjem dodatne jedinice proizvoda ili usluge. Zakon opadajuće granične korisnosti govori da se granična (dodatna) korisnost smanjuje kako osoba troši više i više dobara.

10 principa ekonomije (2)

- Kako ljudi utječu jedan na drugoga
- 5. Trgovanje može svakog dovesti u povoljniji položaj (konkurentnost, specijalizacija, ekonomija veličine i sl.)
- 6. Tržišta su u pravilu dobra za organiziranje ekonomskih aktivnosti (nevidljiva ruka Adama Smitha, cijene kao instrument, Pareto optimum)
- 7. Država ponekad može poboljšati tržišne ishode – kada tržište krivo alocira resurse (javne politike - zakonski, eksternalije (utjecaj jedne osobe na dobrobit druge osobe), pravednost, tržišna moć i sl.)

PODSJETNIK: Adam Smith "Bogatstvo naroda":

"Ne očekujemo mi svoju večeru zbog dobrohotnosti mesara, pivara ili pekara, nego zbog njihove brige za svoj vlastiti interes. Ne obraćamo se pritom njihovom čovjekoljublju, nego naprotiv, njihovom **samoljublju**, i nikad im ne govorimo o našim potrebama, nego o prednostima za njih same."

"Promičući potporu domaćoj, a ne stranoj industriji, on [trgovac] se brine samo za svoju vlastitu sigurnost, a usmjeravajući domaću industriju na taj način da je njezin proizvod najveće vrijednosti, on namjerava samo ostvariti vlastiti dobitak, i u tom slučaju, kao i u mnogim drugima, vođen **nevidljivom rukom**, on promiče svrhu koja nije bila dio njegove prvostrukne namjere."

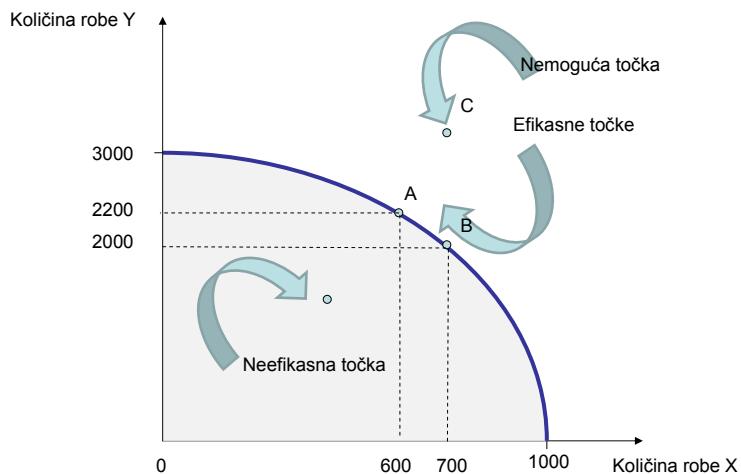
"Pojedinac vođen **nevidljivom rukom** promiče cilj kojega nije namjeravao ostvariti. To nije uvijek loše za društvo. Slijedeći svoj vlastiti uski interes on često promiče interes društva učinkovitije nego kada bi to namjeravao. Nikad nisam video mnogo dobrog kojega su učinili oni koji se pretvaraju da trguju u javnom interesu. To je samo gluma, doduše ne tako česta kod trgovaca, koja se može razotkriti s vrlo malo riječi."

Paretov optimum: *Paretov optimum* je situacija u kojoj nikome ne može postati bolje, a da istodobno nekome ne postane lošije. Stanje opće ravnoteže ekvivalentno je stanju Paretovog optima.

10 principa ekonomije (3)

- Kako gospodarstvo funkcionira kao cjelina
 - 8. Životni standard ovisi o sposobnosti društva da proizvede dobra i usluge (produktivnost)
 - 9. Cijene rastu ako država emitira previše novca (inflacija)
 - 10. Država se na kratak rok suočava s izborom između inflacije i nezaposlenosti** (inflacija na kratak rok smanjuje nezaposlenost)

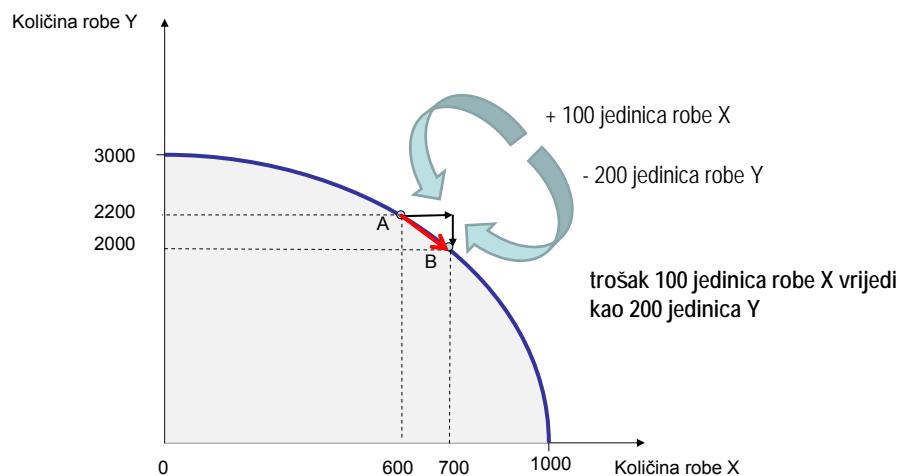
Granica proizvodnih mogućnosti (1)



Društvo ne može imati svaku stvar koju želi. Ograničavajući faktori su **sredstva i tehnologija**. **Granica proizvodnih mogućnosti** prikazuje maksimalne količine proizvodnje koje neka ekonomija može dobiti uz zadano tehnološko znanje i zadatu količinu utrošenih sredstava. Što se više sredstava troši za jedan proizvod to se manje može trošiti za drugi.

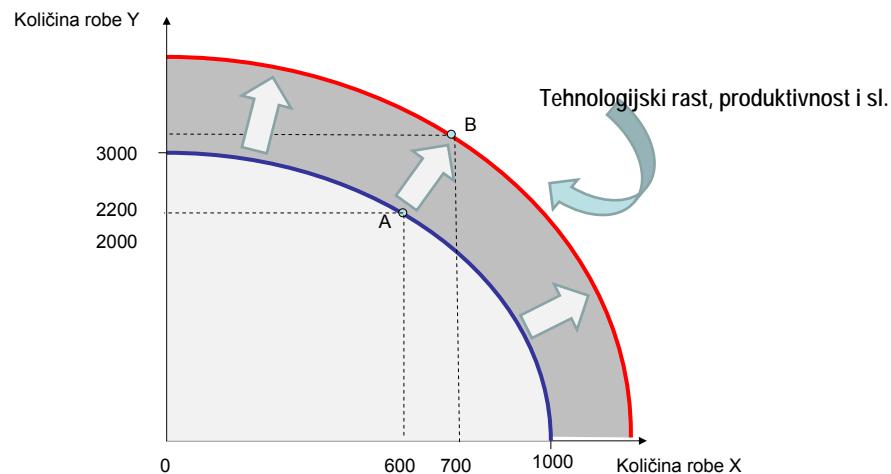
Na slici su prikaze efikasne točke proizvodnje (A i B), u kojima društvo ne može proizvesti više dobra X, a da pri tome ne proizvede manje dobra Y. Ukoliko je ekonomija unutar granice proizvodnih mogućnosti, to znači da je neefikasna, tj. da ima neiskorištenih sredstava (npr. nezaposleni radnici, neiskorištene tvornice ili zemlja). Točka C je nemoguća točka, jer društvo nema dovoljno sredstava ili tehnološkog znanja da pomakne granicu proizvodnih mogućnosti u tu točku.

Granica proizvodnih mogućnosti (2)



JOŠ JEDNOM: Proizvodnja je efikasna kada društvo ne može povećati proizvodnju jednog dobra bez da smanjuje proizvodnju nekog drugog dobra. Efikasna je ekonomija na granici svojih proizvodnih mogućnosti.

Granica proizvodnih mogućnosti (3)



Granica proizvodnih mogućnosti pomicanje se uslijed ulaganja u poboljšanje tehnologije.

Ekonomija u energetici (1)

- Ekonomija u energetici disciplina je koja počiva na dva osnovna načela:
 - energija ne može nastati ni iz čega niti nestati, ali može mijenjati oblike
 - energija dolazi iz okoliša i konačno odlazi u okoliš i na njega djeluje
- Ekonomija u energetici proučava ljudske aktivnosti koje koristeći energiju iz prirode, transformirajući je putem složenih procesa daju energetsku uslugu.
- Potražnja za energijom počiva na potrebi (želji) dobivanja energetske usluge (ne energiji *per se*)

POJAŠNJENJE: Ljudima je potrebno svjetlo, toplina, transport i sl., a ne energija sama po sebi – stoga govorimo o energetskoj usluzi. U tom se smislu polako i mijenja paradigma energetskih kompanija, koje u svijetu sve više nude upravo pakete usluga (npr. električnu energiju ali i savjete kako je štediti, održavanje i zamjena rasvjete učinkovitijom i sl), a ne samo energiju.

Ekonomija u energetici (2)

- Suvremena EuE obuhvaća sljedeće probleme:
 - promjene klime (*climate change*) i klimatske politike (*climate policy*),
 - analizu rizika (*risk analysis*) i sigurnost opskrbe (*security of supply*),
 - održivost (*sustainability*)
 - tržišta energijom (*energy markets*) i električnom energijom (*electricity markets*), liberalizaciju (*liberalisation*), de- odn. reregulaciju (*regulation*)
 - upravljanje potrošnjom (*demand response*)
 - rast potražnje (*energy growth*) i ekonomski rast (*economic growth*)
 - ekonomija energetske infrastrukture (*economics of energy infrastructure*)
 - okolišne politike (*environmental policy*)
 - energetske politike (*energy policy*)
 - energetske derivati (*energy derivates*)
 - planiranje potrošnje (*forecasting energy demand*)
 - elastičnost opskrbe i potrošnje (*elasticity of supply and demand*)
 - itd....

DODAJMO TOME SAMO JOŠ...

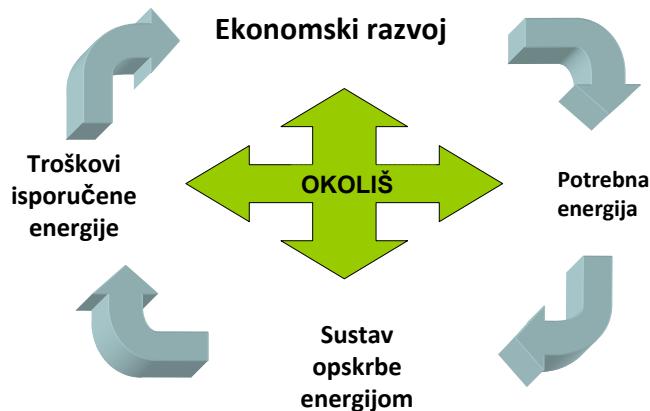
Održivi razvoj (1)

- Pojam se počeo široko koristiti od 1987. godine poslije publikacije "Naša zajednička budućnost (*Our Common Future*) izdane od Svjetske komisije za okoliš i Razvoj (*World Commission on Environment and Development*), također poznate kao **Brundtland Report** nakon predsjedavanja komisijom Gro Harlem Brundtland, premijerke Norveške:
 - Ona je opisala održivi razvoj kao "**zadovoljavanje sadašnjih potreba bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje vlastite potrebe**". Poslije toga pojam je široko citiran i prihvaćen

Održivi razvoj (2)

- Ideja održivog razvoja je dobila svoj zamah kroz UN konferenciju o okolišu i razvoju održanoj u Rio de Janieru **1992. godine**.
- **Agenda 21**, prihvaćena od strane UN, poziva da **razvojne strategije trebaju imati za cilj zaštitu okoliša i međugeneracijsku pravednost**, i naglasila da briga o okolišu i razvoju trebaju biti integrirane u proces donošenja odluka.

Održivi razvoj – implikacije na energetiku



OBJAŠNJENJE: Pristup energiji po prihvatljivim cijenama osnovica je ekonomskog razvoja svakog društva. Stoga, društva moraju osigurati infrastrukturu za opskrbu energijom koja uključuje proizvodna postrojenja (elektrane) tako i mrežne kapacitete (prijenosna i distribucijska mreža) kojima će se energija dovesti do krajnjih kupaca. Pri tome, države moraju odabrati kako će uređiti i voditi svoj sustav (npr. koji će biti proizvodni miks). Pri tome dakako treba voditi računa da energija nije besplatna, odnosno da sustav opskrbe energijom košta, što dakako ima opet implikacije na krajnje kupce, a time i na ekonomiju (gospodarstvo) u cijelosti. U čitavom ovom "kružnom toku" ekonomije i energetike, utjecaji na okoliš postaju jedno od ključnih pitanja.

uključujući lipanj 2009.

ENERGIJA U SVIJETU

Izvor podataka: BP Statistical Review of World Energy, June 2009,

www.bp.com/statisticalreview

Primarna energija



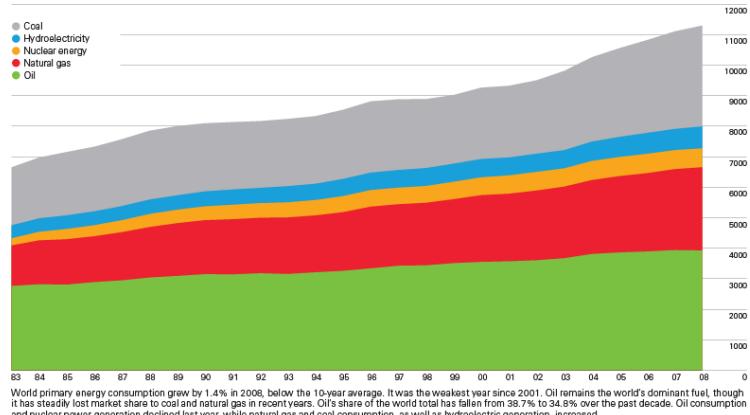
ZAPAMTITE:

Primarna energija je energija uzeta iz prirode bez pretvorbe, bilo da se radi o kemijskom potencijalu fosilnih goriva, drva ili biomase, nuklearnoj energiji, kinetičkoj energiji vjetra, potencijalnoj energiji vodenih tokova ili toplinskoj energiji geotermalnih izvora.

Svjetska potrošnja primarne energije

World Consumption

Million tonnes oil equivalent



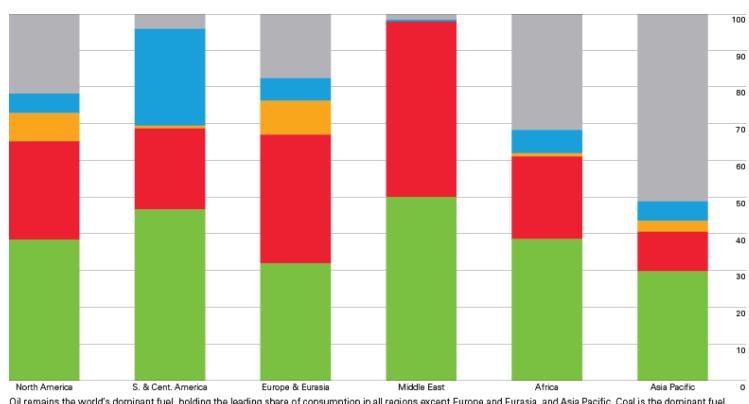
World primary energy consumption grew by 1.4% in 2008, below the 10-year average. It was the weakest year since 2001. Oil remains the world's dominant fuel, though it has steadily lost market share to coal and natural gas in recent years. Oil's share of the world total has fallen from 38.7% to 34.8% over the past decade. Oil consumption and nuclear power generation declined last year, while natural gas and coal consumption, as well as hydroelectric generation, increased.

Svjetska potrošnja primarne energije rasla je sa stopom od 1,4% u 2008 godini, što je ispod 10-godišnjeg prosjeka. Glavni emergent i dalje je nafta, iako polako gubi svoj udio posljednjih godina zbog porasta potrošnje ugljena i prirodnog plina (udio je opao sa 38,4% na 34,8%). U prošlog godini potrošnja nafte i nuklearnog goriva je opadala, dok je potrošnja prirodnog plina i ugljena te iskorištavanje hidropotencijala raslo.

Potrošnja primarne energije po regijama

Regional consumption pattern 2008

Percentage



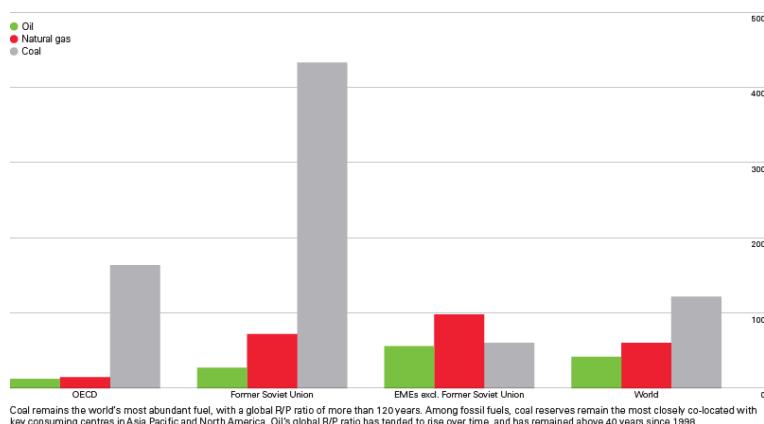
Dil remains the world's dominant fuel, holding the leading share of consumption in all regions except Europe and Eurasia, and Asia Pacific. Coal is the dominant fuel in Asia Pacific and continues to increase its market share; the region accounts for 61.5% of global coal consumption, the largest global share for any fuel in any region.

Nafta je dominantni energet, osim u Europi&Euroaziji (gdje to mjesto preuzima prirodni plin) te u Pacifičkoj Aziji, gdje je dominantni energet ugljen. Ta regija konzumira 61,5% svjetske potrošnje ugljena. Razlog ovome je dakako velika i rastuća potrošnja ugljena u Kini.

Odnos rezervi i proizvodnje fosilnih goriva

Fossil fuel reserves-to-production (R/P) ratios at end 2008

Years



Najveće zalihe ima ugljen, čiji je odnos rezervi i proizvodnje na kraju 2008. godine iznosio 120 godina. Najveće rezerve ugljena smještene su uz najveće potrošače, dakle u središnjoj Pacifičkoj Aziji i Sjevernoj Americi. Odnos rezervi i proizvodnje nafte otprilike se drži na razini 40 godina još od 1998. godine.

Potrošnja primarne energije po stanovniku

Consumption per capita 2008
Tonnes oil equivalent



Potrošnja energije nejednoliko je raspoređena u svijetu. I ovdje se okvirno može primijeniti poznato 80:20 pravilo, koje bi u ovom slučaju reklo da 20% svjetske populacije troši 80% energije, pri čemu je intenzivnost potrošnje energije po stanovniku svakako najviša u Sjevernoj Americi. Europa ima nešto nižu potrošnju, što je rezultat mnogo energetski efikasnije europske ekonomije i načina života, negoli je to slučaj u SAD-u. Svakako valja uočiti da je potrošnja energije po stanovniku jedan od pokazatelja gospodarskog razvoja društva, ali razine svijesti o upravljanju vlastitom potrošnjom energije.

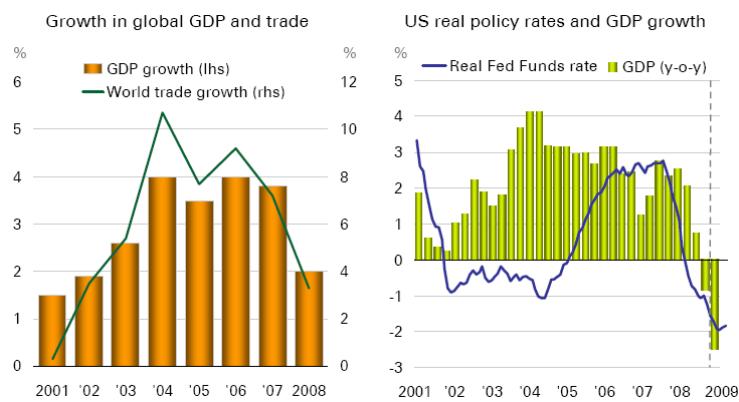
Ekonomski rast i potrošnja energije



Dvije su značajne karakteristike godine 2008./2009.: počela je svjetska gospodarska kriza i po prvi je put u povijeszi potrošnja energije u ne-OECD zemljama premašila potrošnju energije u OECD zemljama. No, ovo ne treba čuditi s obzirom da ne-OECD zelje bilježe značajan gospodarski rad u proteklom petogodišnjem razdoblju, a kojega prati i porast potrošnje energije. Cijene energije svakako su imale svoj učinak na ova zbivanja, posebice na gospodarsku krizu, a dakako utjecat će i na daljnja zbivanja, tj. izlazak iz krize. No ovakva situacija svakako nameće nekoliko pitanja:

- Mogu li veliki **ekonomski rast i dovoljna količina energije** „ruka pod ruku“?
- **Može li tržište dati dovoljno investicija** za dovoljne količine energije?
- Mogu li to **Vlade pratiti**?
- Je li **više energije** za veći **ekonomski rast** moguće?

Gospodarska kriza



Pogledajmo ekonomska zbivanja u 2008. godini. Prosječan svjetski rast GDP-a bio je 2% (što je po prvi puta manje od 10 godišnjeg prosjeka). SAD su u recesiji od prosinca 2007., kada realna kamatna stopa postaje negativna, a GDP bilježi negativan trend. Također, 2008. godini dolazi do pada međunarodne trgovine zbog nestanka novaca na tržištu. Velike ekonomije zamjenjuju kreditno financiranu privatnu potrošnju s financiranjem deficitom iz državnih proračuna.

Utjecaj na cijene energije



Utjecaj svjetske gospodarske krize na tržište energijom bio je iznenadan i težak.

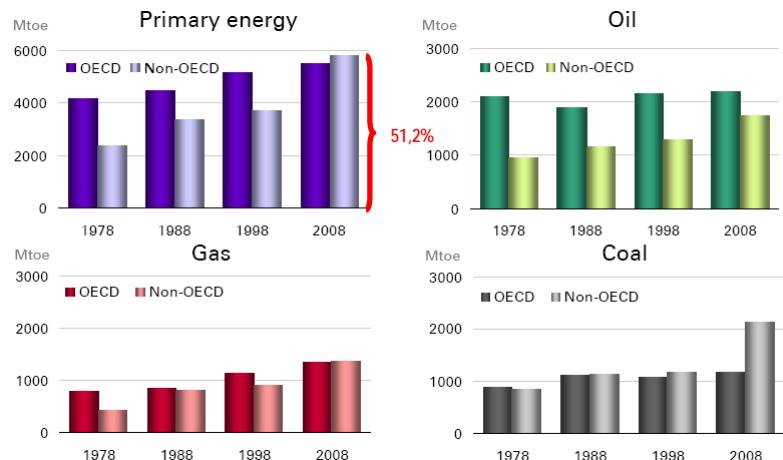
Potrošnja energije i njezine cijene u drugoj polovici 2008. godine snažno padaju i to:

- Cijena sirove nafte pada za 75%
- Cijena prirodnog plina (Henry Hub) za 58%
- Cijena ugljena (NWE) za 62%

Istodobno, a zbog smanjene potrošnje, zalihe rastu:

- Proizvodnja svih fosilnih goriva veća je od potrošnje;
- Električna energija pokazuje najmanji rast od 1992.;
- Primarna energija raste svega 1,4%;
- Rast potrošnje plina najmanji od 2001.;
- Porast potrošnje ugljena najmanji je od 2002.;
- Potrošnja nafte po prvi puta je pala na godišnjoj razini od 1993. godine.

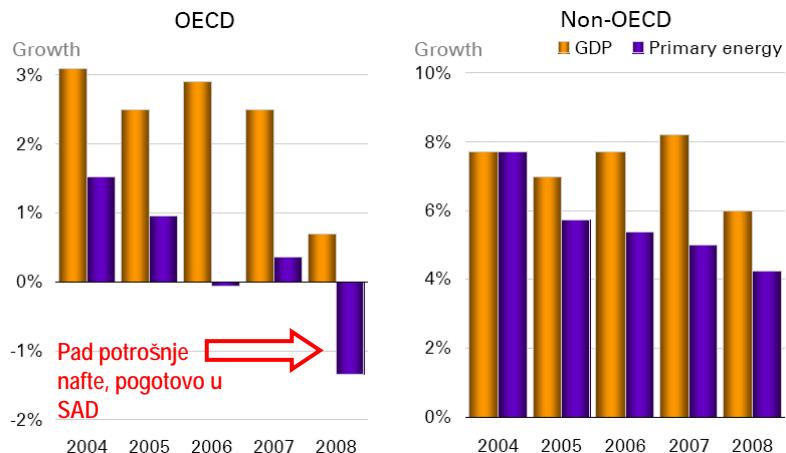
Potrošnja energije u svijetu



U 2008. godini, primarna potrošnja energije u ne-OECD zemljama po prvi je put u povijesti premašila potrošnju u OECD zemljama; točnije ne-OECD zemlje sada troše 51,2% svjetske energije. Također po prvi put, ne-OECD zemlje su trošile više prirodnog plina nego OECD zemlje; dodatno, proizvodnja električne energije u Kini premašila je proizvodnju u EU; a emisije CO₂ u Kini uzrokovane potrošnjom energije po prvi su put premašile energetske emisije Co₂ SAD-a.

Ove strukturalne promjene nisu istoobrazne za sve energente. Potražnja za ugljenom dominirala je potrebama industrijaliziranih zemalja od 1988. godine; no sada, ne-OECD zemlje troše 65% svjetskog ugljena. Potrošnja nafte približava se istoj razini u ne-OECD (45%) i OECD (55%) zemljama, s tim da ne-OECD zemlje bilježe veće godišnje poraste još od 1999. godine.

GDP i rast potrošnje primarne energije

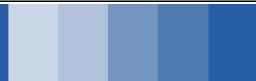


Ekonomski rast glavni je pokretač porasta potrošnje energije.

Globalno, potrošnja primarne energije je u 2008. godini usporila, u skladu s GDP-om. U ne-OECD zemljama ova je veza ostala stabilna. Ali u OECD zemljama, veza između GDP-a i porasta potrošnje energije se promijenila: potrošnja primarne energije pala je za 1,3%, što je oštřiji pad nego očekivan s obzirom na usporavanje gospodarskog rasta. Zanimljivo, pa čak i začuđujuće – ovakav pad potrošnje energije u OECD zemljama rezultat je pada potrošnje jednog energenta u jednoj državi – dogodio se najveći pad potrošnje nafte u SAD-u od 1980. godine.

Podaci dokazuju dvije činjenice: potrošnja energije u OECD zemljama osjetljivija je na rastuće cijene, dok je u ne-OECD zemljama osjetljivija na ekonomski rast.

Ekonomija u energetici



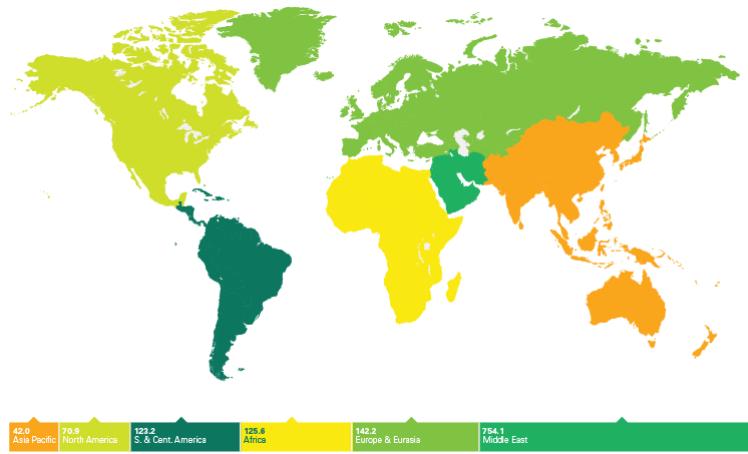
Nafta



Dokazane rezerve nafte

Proved reserves at end 2008

Thousand million barrels

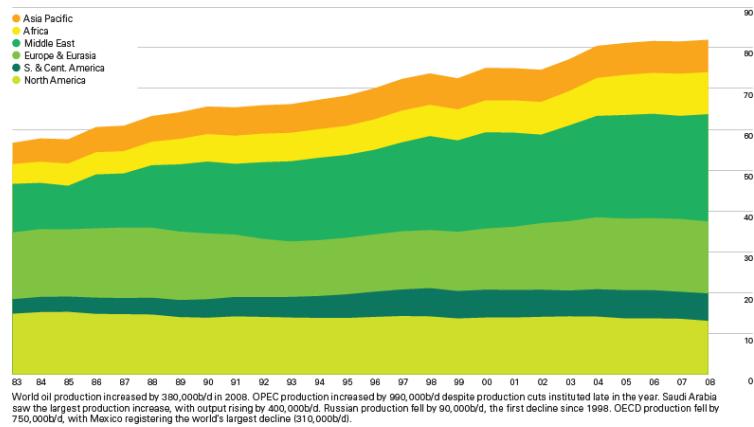


Dokazane rezerve nafte najveće su na Bliskom Istoku (oko 60%).

Područja proizvodnje nafte

Production by region

Million barrels daily

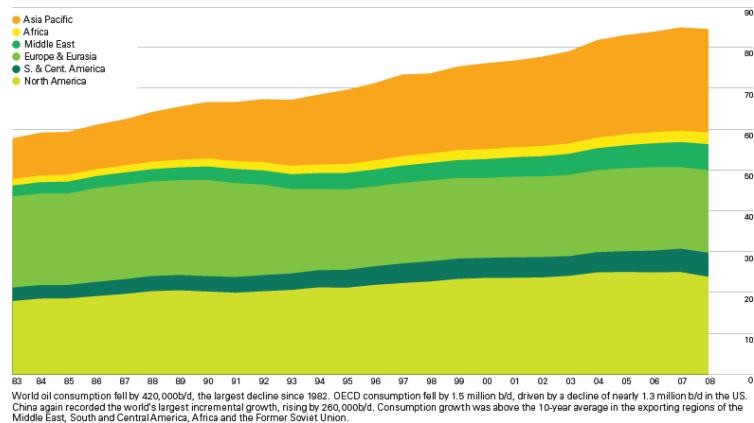


Svjetska proizvodnja nafte porasla je za 380.000 b/d. Proizvodnja OPEC-a porasla je za 990.000 b/d iako je došlo do smanjivanja proizvodnje krajem godine. Najveći porast proizvodnje zabilježila je Saudijska Arabija, dok je proizvodnja u Rusiji i OECD-u pala.

Potrošnja nafte po regijama

Consumption by region

Million barrels daily

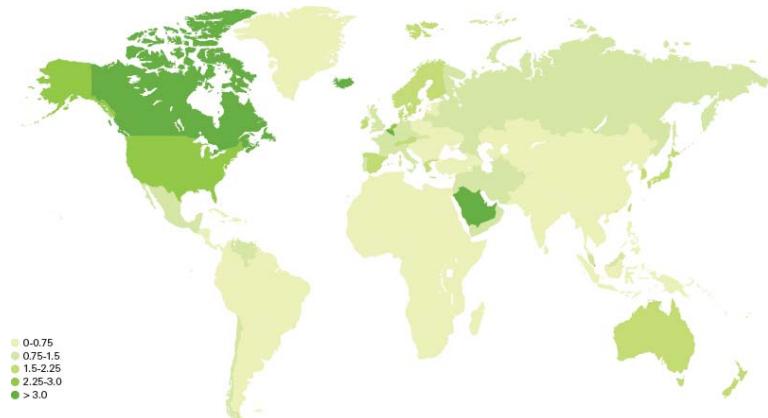


Svjetska potrošnja nafte pala je za 420.000 b/d, što je najveći pad od 1982. godine. Najveći pad bilježe OECD zemlje, posebice SAD. Rast bilježe Bliski Istok, Srednja i Južna Amerika te Rusija, a Kina bilježi svakako najveći porast potrošnje nafte.

Potrošnja nafte po stanovniku

Consumption per capita 2008

Tonnes

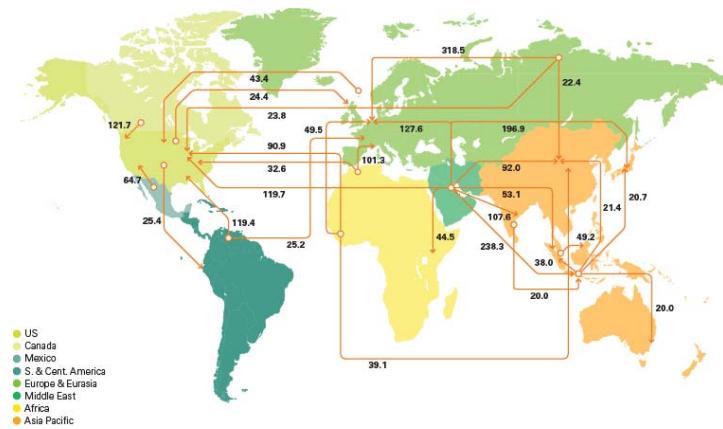


Potrošnja nafte po stanovniku najveća je na Bliskom Istoku i u Sjevernoj Americi.

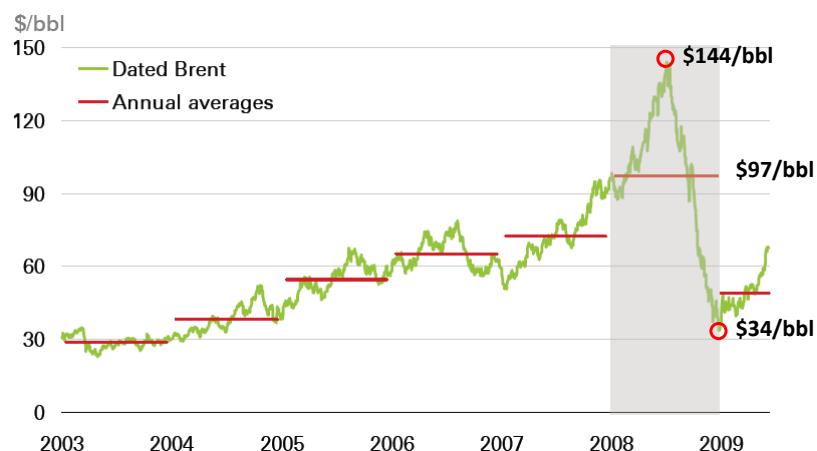
Glavni trgovinski pravci nafte

Major trade movements 2008

Trade flows worldwide (million tonnes)

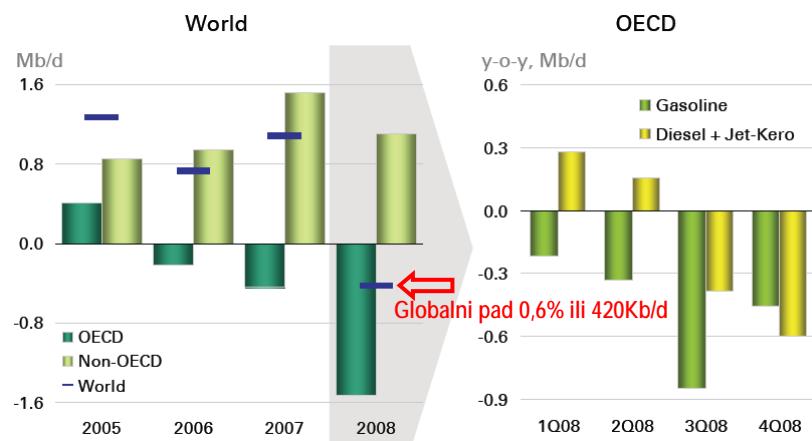


Cijena sirove nafte posljednjih godina



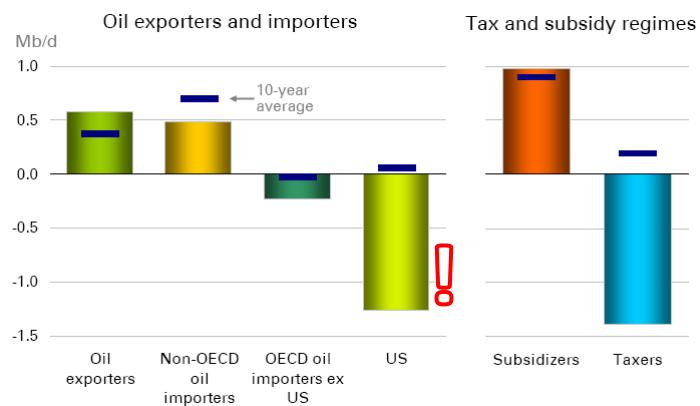
Prosječna cijena nafte u 2008. godini iznosila je 97 USD po barelu, što je porast od 34% u odnosu na prethodnu godinu. Cijene postižu vrhunac u srpnju (144 USD po barelu). Zbog snažnog porasta proizvodnje nafte u OPEC-u i smanjivanja potrošnje nafte, zalihe su se povećavale, što je uzrokovalo oštar pad cijena, te je godina završila s ispod 40 USD po barelu.

Porast potrošnje nafte u svijetu



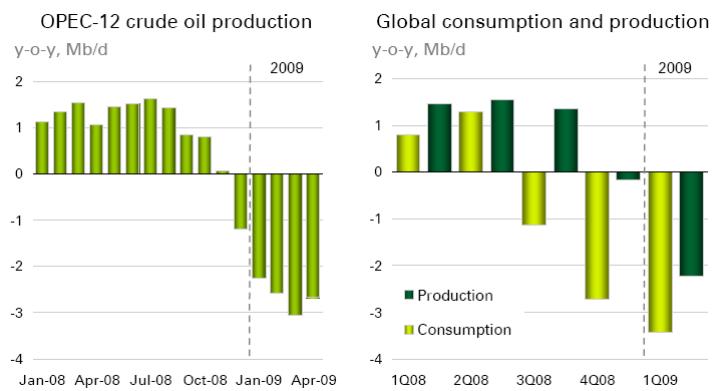
Svjetska potrošnja nafte pala je za 0,6% ili 420 Kb/d u 2008. – najviše 1982. Potrošnja u OECD zemljama padala je trču godinu za redom, a objašnjenje se jedino pronađe u visokim i rastućim cijenama. consumption fell for a third consecutive year, a decline for which the only explanation is the impact of high and rising prices. Porast potrošnje u ne-OECD zemljama je ostao čvrst sve dok nije došlo do usporavanja gospodarskog rasta.

Porast potrošnje nafte u 2008.



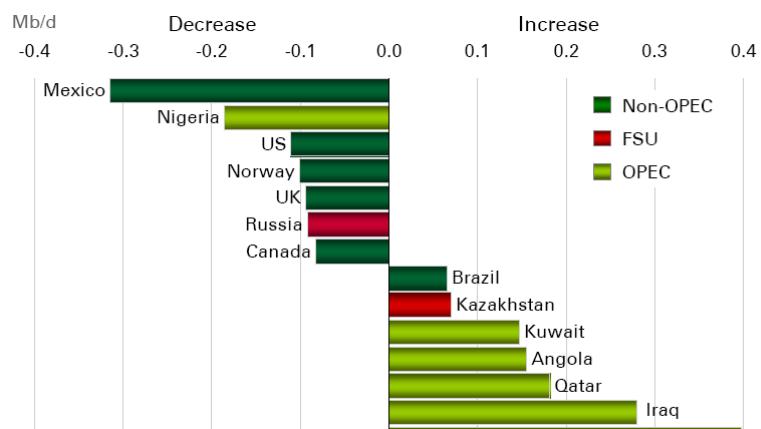
Potrošnja nafte u SAD-u pala je za 1.3 Mb/d (6.4%), što je najveći pad od 1982. Pad potrošnje ekvivalentan je potrošnji u Indiji.

Proizvodnja nafte u svijetu



Kako su cijene nafte rasle, tako je rasla i proizvodnja, te su se zalihe povećavale sve do ljeta 2008. godine. No, tada dolazi do snažnog opadanja potrošnje. Stoga je OPEC smanjio proizvodnju nafte, no prekasno i premalo, tako da su cijene oštro pale do kraja godine. Ipak, smanjenje proizvodnje uzrokovalo je ustaljenje cijene početkom 2009.

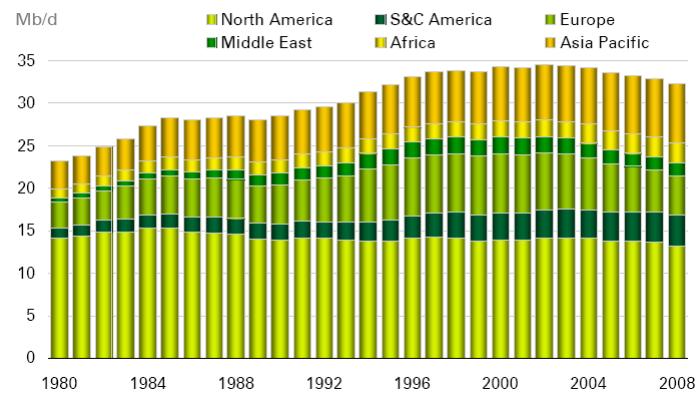
Promjene u proizvodnji nafte 2008.



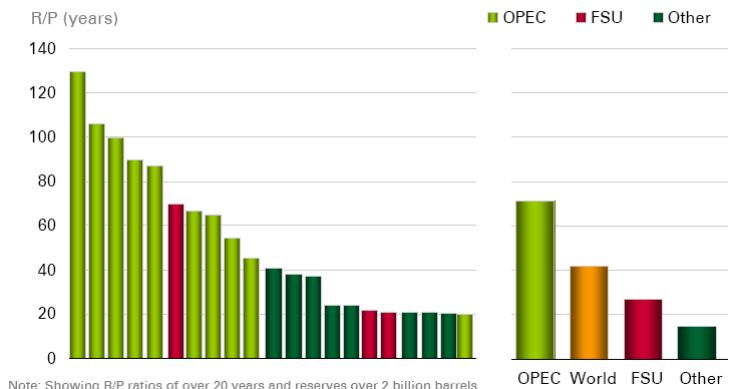
FSU – Former Soviet Union

S druge strane, proizvodnja nafte u ne-OPEC zemljama drastično je opala, za 610kb/d što je najveći pad od 1992. godine.

Proizvodnja nafte izvan OPEC-a



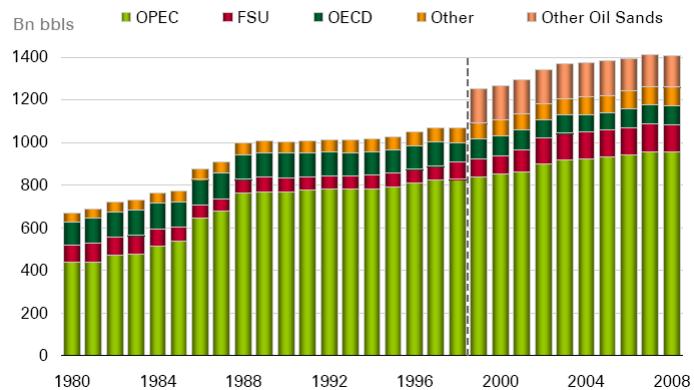
Odnos rezervi i proizvodnje nafte



Note: Showing R/P ratios of over 20 years and reserves over 2 billion barrels.

FSU – Former Soviet Union

Raspodjela svjetskih rezervi nafte



Svjetske dokazane rezerve nafte dostatne su za održavanje današnje razine potrošnje još narednih 42 godine. OPEC i područje bivšeg Sovjetskog Saveza imaju 76% odnosno 10% svjetskih dokazanih rezervi.



Prirodni plin



Dokazane rezerve prirodnog plina

Proved reserves at end 2008
Trillion cubic metres

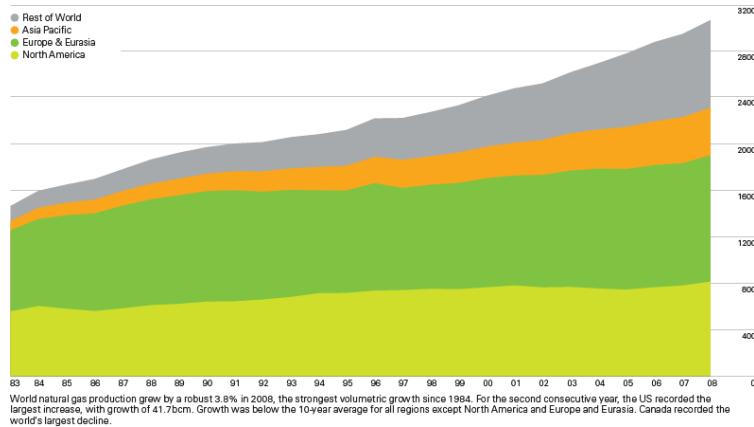


Najveće dokazane rezerve prirodnog plina su na Bliskom Istoku (41%), a slijedi prostor Europe i Euroazije (34%).

Područja proizvodnje prirodnog plina

Production by region

Billion cubic metres

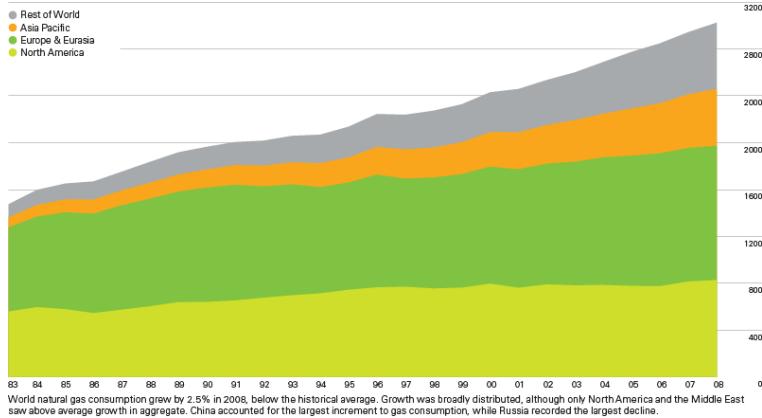


Svjetska proizvodnja prirodnog plina porasla je u 2008. godini za 3,8%, što je najveći porast od 1982. godine. Već dvije godine za redom, SAD bilježe najveći porast proizvodnje prirodnog plina. Porast je bio ispod 10-godišnjeg prosjeka osim u Sjevernoj Americi i u Europi & Euroaziji. Kanada je zabilježila najveći pad proizvodnje.

Potrošnja prirodnog plina po regijama

Consumption by region

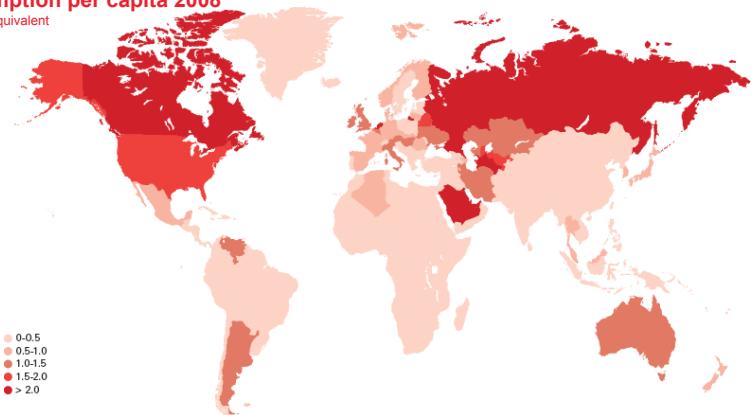
Billion cubic metres



Svjetska potrošnja prirodnog plina u 2008. godini porasla je za 2,5% što je ispod povijesnog prosjeka, a natprosječan porast zabilježili su jedino Sjeverna Amerika i Bliski Istok. Najveći pojedinačni porast potrošnje prirodnog plina zabilježila je Kina, a najveći pad Rusija.

Potrošnja prirodnog plina po stanovniku

Consumption per capita 2008
Tonnes oil equivalent

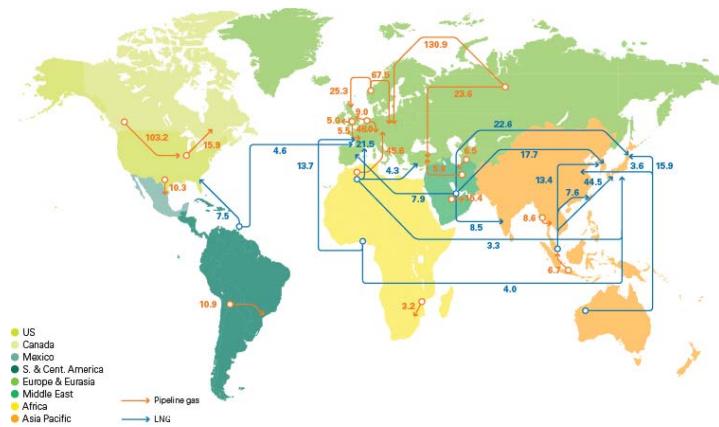


Potrošnja prirodnog plina po glavi stanovnika najveća je u Rusiji, Bliskom Istoku i Sjevernoj Americi (podudarnost s nalazištima prirodnog plina).

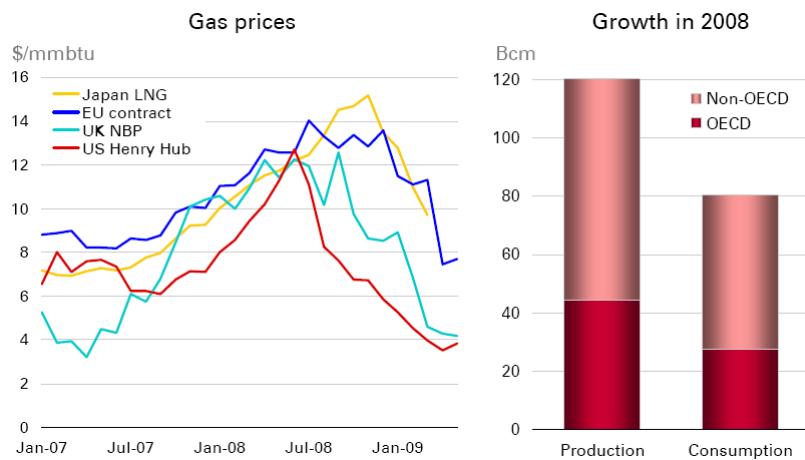
Glavni trgovinski pravci prirodnog plina

Major trade movements

Trade flows worldwide (billion cubic metres)



Prirodni plin 2008. - najveće promjene

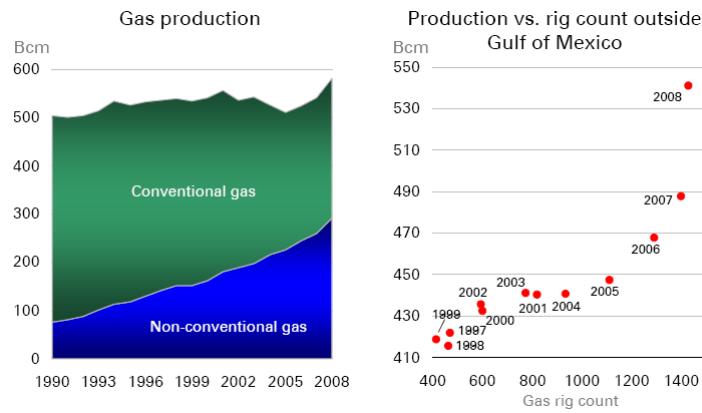


Sve cijene prirodnog plina dostigle su svoje vrhunce u 2008. godini. .

Proizvodnja je porasla za 3,8%. Najveći porast dogodio se u SAD, a slijede Bliski Istok i bivši Sovjetski Savez.

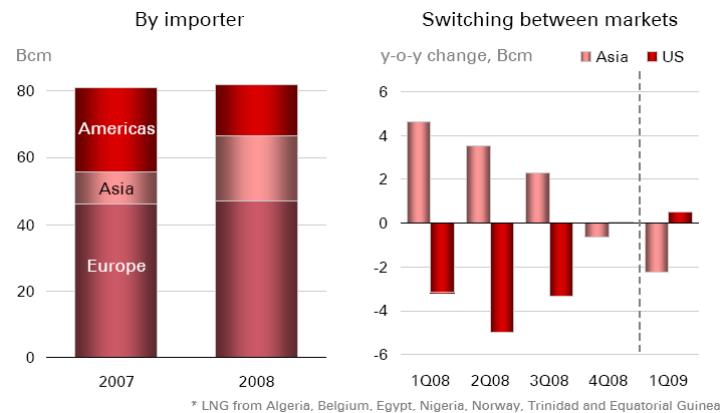
Po prvi put u povijesti ne-OECD zemlje troše više prirodnog plina nego OECD zemlje. Kina je zabilježila najveći porast potražnje, te je 2008. godine bila "odgovorna" za 15% svjetske potrošnje.

Porast nekonvencionalne proizvodnje plina u SAD-u



U SAD-u se bilježi veliki porast proizvodnje plina, ali većinom kao rezultat iskorištanja nekonvencionalnih izvora (metan iz ugljena, škriljac, i sl.). Proizvodnja iz nekonvencionalnih izvora se skoro udvostručila u posljednjoj dekadi: od 15% u 1990., preko 28% u 1998. pa do 50% ostvarenih u 2008. Drugim riječima, ovi izvori postaju konvencionalni izvori prirodnog plina u SAD-u.

Ukapljeni prirodni plin (LNG) – diversifikacija dobavnih pravaca



Danas, 19% svjetske proizvodnje prirodnog plina razmjenjuje se plinovodima, a 7% u obliku ukapljenog prirodnog plina (LNG). Brodska flota za prijevoz LNG povećana je 19% prošle godine.



Ugljen



Dokazane rezerve ugljena

Proved reserves at end of 2008

Thousand million tonnes (anthracite and bituminous coal shown in brackets)



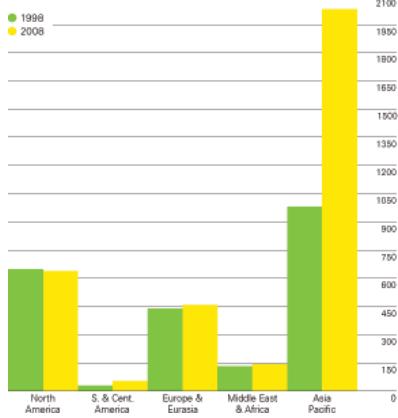
Od svih fosilnih goriva, rezerve ugljena najravnomjernije su raspodijeljene na svijetu.

Ekonomija u energetici

Proizvodnja i potrošnja ugljena

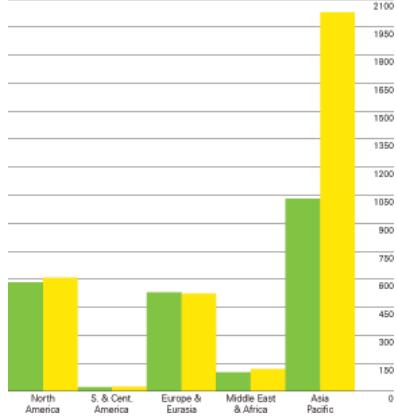
Production

Million tonnes oil equivalent



Consumption

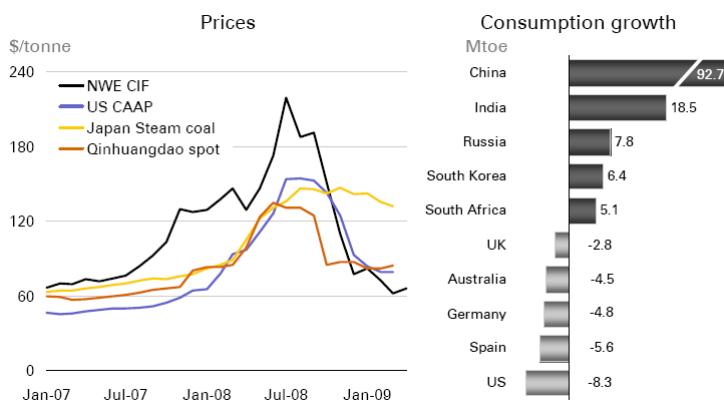
Million tonnes oil equivalent



World coal consumption grew by 3.1% in 2008, the first below-average increase since 2002. Coal nonetheless remained the fastest-growing primary energy source for the sixth consecutive year. China accounted for more than 85% of global growth even though Chinese consumption growth was below average.

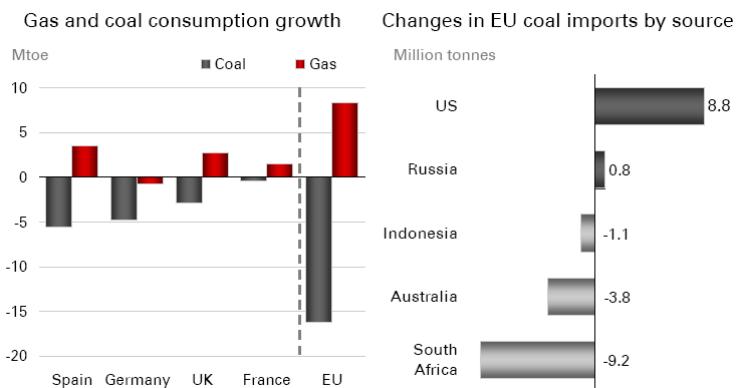
Svjetska proizvodnja ugljena porasla je u 2008. godini za 3,1% što je ispod prosjeka prvi put od 2002. godine. Bez obzira na to, ugljen je već 6 godina za redom fosilno gorivo čija potrošnja bilježi najveći porast. Kina sama je doprinijela tom porastu sa 85% iako je i njezin porast bio ispod prosjeka.

Cijene ugljena i porast potrošnje



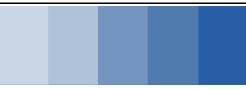
Cijene ugljena također pokazuju poznati uzorak kao i osla fosilna goriva – dostižu vrhunac u srpnju 2008., a potom padaju. Kada bi se izuzele Indija i Kina, svjetska potrošnja ugljena bi bilježila negativan trend.

Ugljen u Europskoj uniji



U EU, potrošnja ugljena pala je za 5,4%. Prvi razlog leži u relativno niskim cijenama prirodnog plina. Drugi razlog je porast cijena emisijskih prava unutar EU sheme trgovanja emisijskim pravima, što je dovelo do toga da je cijena proizvodnje električne energije iz elektrana na ugljen bila veća od cijene iz plinskih elektrana. Kao rezultat, proizvodnja električne energije iz ugljena u UK pala je za 8,3%, a iz plinskih elektrana je porasla za 8,9% u 2008. U Njemačkoj je situacija slična- proizvodnja električne energije iz ugljena pala je za 6,5%, a iz plina je porasla 9,1%.

No, cijene ugljena padaju brže od cijene prirodnog plina (čija je cijena snažno vezana uz cijenu nafte), a također padaju i cijene emisijskih prava, pa se može očekivati i obrat ovakvog trenda.



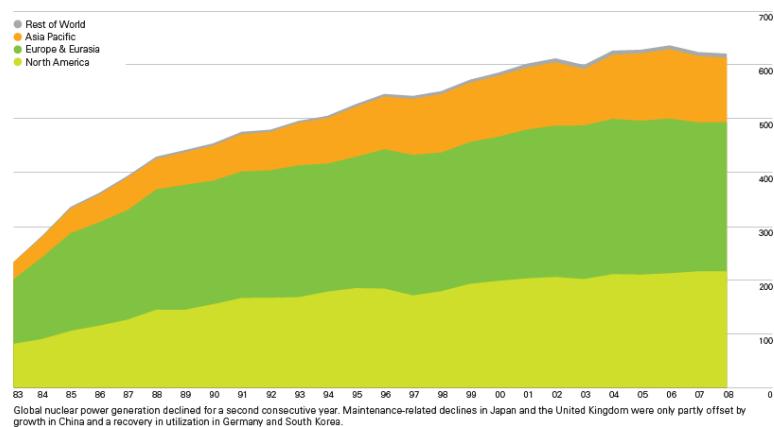
Nuklearna energija



Potrošnja nuklearne energije po regijama

Consumption by region

Million tonnes oil equivalent



Potrošnja nuklearne energije u svijetu bilježi pad dvije godine za redom (0,7% u 2008.). Razlog leži u velikim prekidima rada uzrokovanim održavanjem u Japanu (najveća nuklearna elektrana bila je godinu dana izvan pogona) i UK. Do "buđenja" uporabe nuklearne energije dolazi u Njemačkoj i Južnoj Koreji. No, u 2008. godini nema novih proizvodnih jedinica.

Ekonomija u energetici



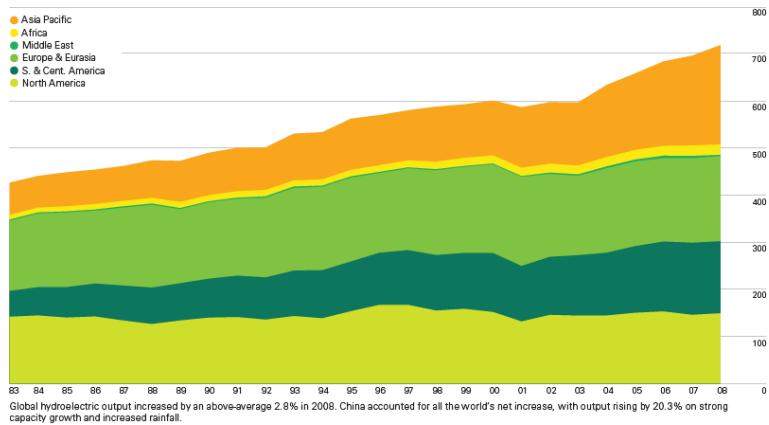
Hidroenergija



Potrošnja hidroenergije po regijama

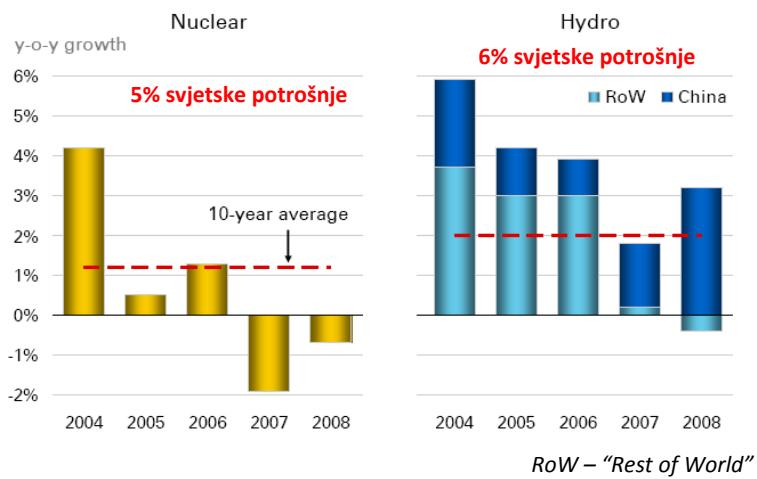
Consumption by region

Million tonnes oil equivalent



Output iz hidroelektrana u 2008. godini porastao je za 2,8%. Taj porast u potpunosti je ostvaren u Kini, zbog dovršetka 1. faze "Three Gorges"

Promjene u proizvodnji nuklearne i hidroenergije



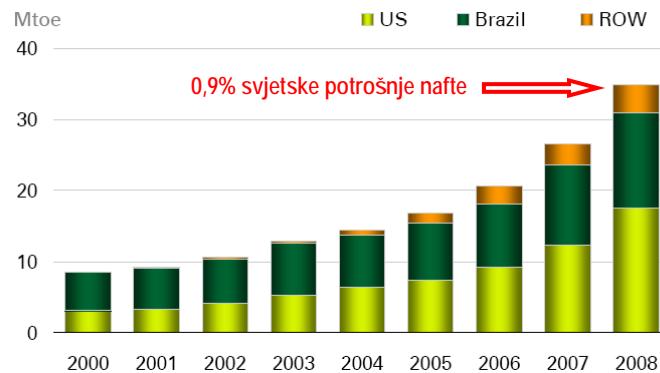
Hidroenergija i nuklearna energija sudjeluju s 11% u ukupnoj svjetskoj potrošnji primarne energije, s pojedinačnim udjelima redom 6% i 5%.

Obnovljivi izvori energije



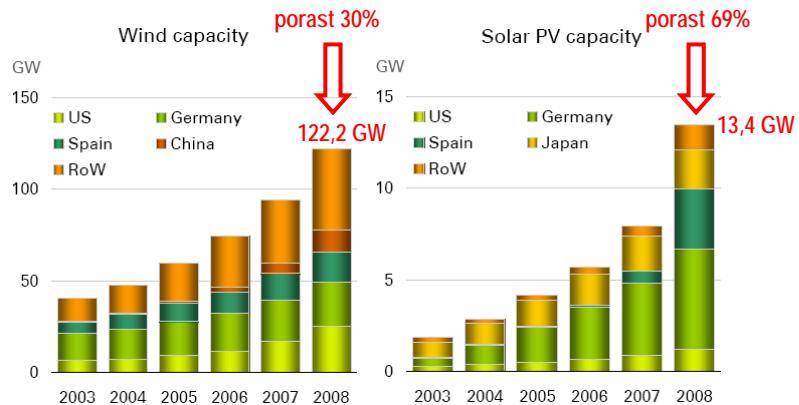
Obnovljivi izvori energije još uvjek zauzimaju vrlo mali udio u ukupnoj potrošnji energije, i većinom još uvjek trebaju potporu države. Porast uporabe OIE najsnažniji je u OECD zemljama gdje postoji i najsnažnija otpora države.

Svjetska proizvodnja etanola



Svjetska proizvodnja etanola porasla je za jednu trećinu, a najsnažniji porast bilježe SAD i Brazil. Potrošnja etanola sada je ekvivalentan 0.9% svjetske potrošnje nafte.

Vjetroenergija i Sunčeva energija

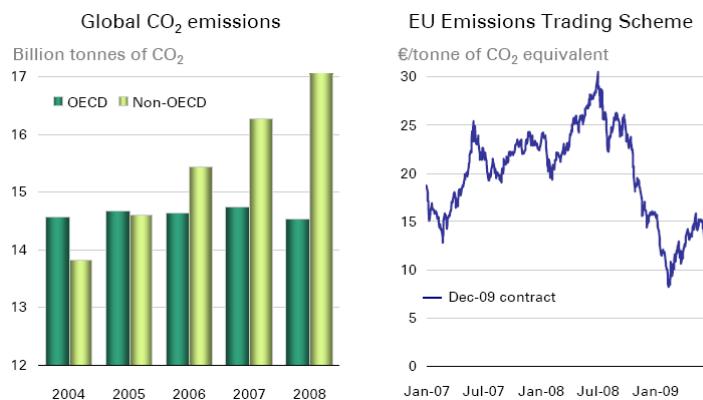


Svjetski vjetro i solarni kapaciteti porasli su redom za 30% i 69%, što je iznad 10-godišnjeg prosjeka. Porast instaliranih kapaciteta je najveći u Kini, ali u apsolutnom iznosu SAD su izgradile najviše novih vjetro-kapaciteta i sa 21% sada su postale svjetskih lider u instaliranim vjetro-kapacitetima, preuzimajući vodstvo od Njemačke.

Solarni kapaciteti zabilježili su čak i veći porast od vjetra. Španjolska i Njemačka zajedno su doprinijele 75% svjetskog porasta, zbog snažne državne potpore. No sa vega 13,4 GW instaliranih kapaciteta solarni sustavi značajno zaostaju za vjetrom, koji ima 122,2 GW.

Vjetra, Sunce i geotermalna energija zajedno daju 1,5% svjetske električne energije.

Rast emisije CO₂ u 2008.

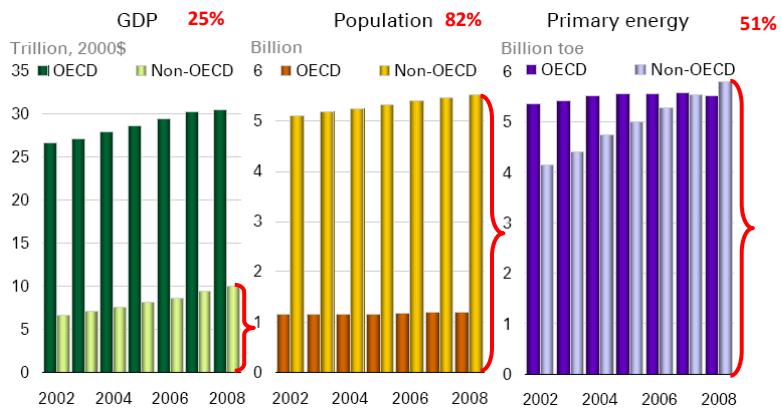


Emisije CO₂ porasle su za 1,6%, što je po prvi put manje od 10-godišnjeg prosjeka. Kina je postala najveći svjetski emiter CO₂, a područje Pacifičke Azije u biti gotovo samostalno doprinosi ovom svjetskom porastu. Emisije CO₂ u OECD zemljama su opale za 1,7% i to zbog pada potrošnje i prijelaza s ugljena na prirodni plin u proizvodnji električne energije.

Trgovina emisijskim pravima porasla je za 61%. No, kako je potrošnja energije padala te su i cijene energije padale, cijene emisijskih prava su krajem godine dostigle niskih €16/toni CO₂, što je čak dvostruko manje nego u srpnju 2008.

Ekonomija u energetici

GDP, populacija i potrošnja energije



Za proizvodnju 1000\$ GDP u ne-OECD zemljama potrebno je 3,4 btoe energije, a u OECD zemljama 1,1btoe.

Potrebno je više energije da bi se proizvela jedinica GDP-a u ne-OECD zemljama nego u OECD – za proizvodnju To be precise, \$1000 GDP-a u ne-OECD zemljama potrebno je 3.4 boe , a u OECD zemljama 1.1 boe.

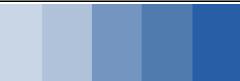
Zaključak

- 2008. bilježi veliku volatilnost cijena na energetskom tržištu
- Potrošnja primarne energije je pala u odnosu na prošlu godinu (snažan pad potrošnje nafte u SAD)
- Visoke cijene ugljena i dostupnost prirodnog plina uzrokovali su pad potrošnje ugljena izvan Kine i Indije, a posebice u EU
- Nove investicije i tehnologije – nekonvencionalna proizvodnja prirodnog plina u SAD

*Ovaj dio predavanja pripremljen prema: *BP Statistical Review of World Energy*. Za čitanje:
http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/2009_downloads/Stats_review_09_speeches_slides.pdf

ALI TO NIJE SVE ...

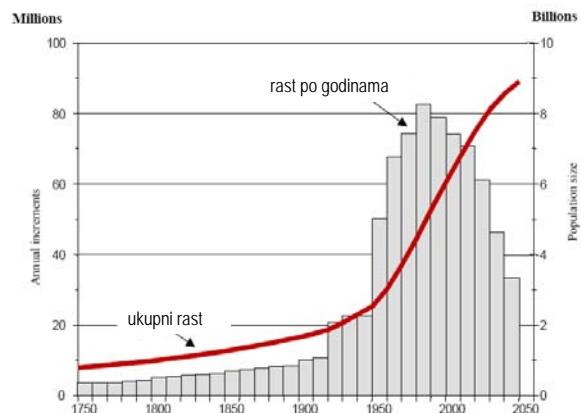
Ekonomija u energetici



Budućnost...



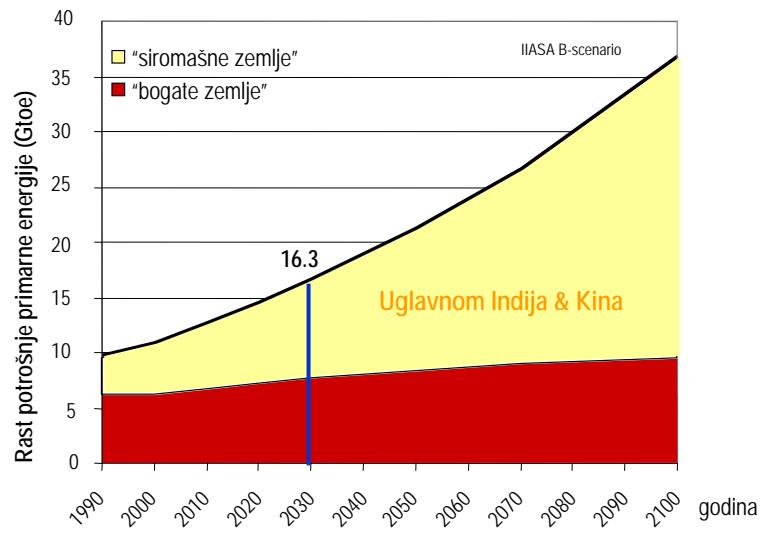
Dugoročni rast svjetske populacije



Porast populacije pratit će porast potrošnje energije. Dostatnost izvora?

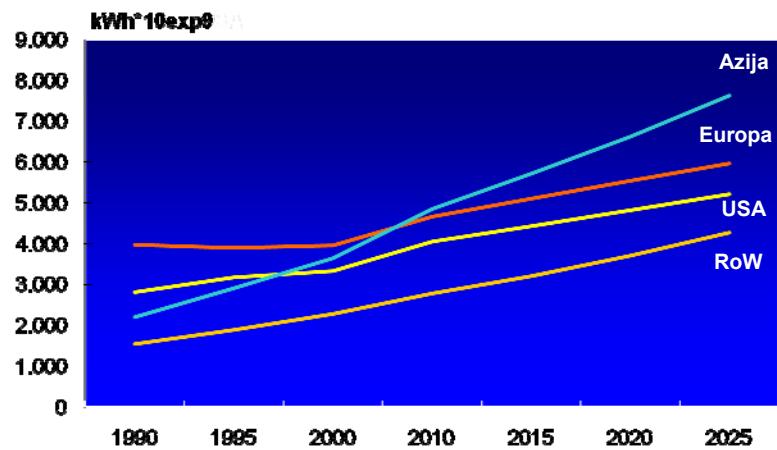


Potrošnja primarne energije u svijetu



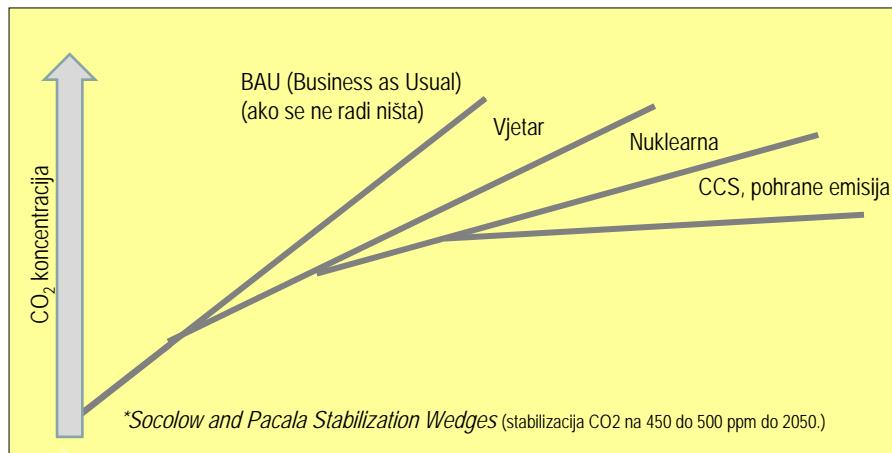
Najveći porast potrošnje energije već se događa u zemljama u razvoju, a prije svega u Indiji i Kini.

Očekivani rast potražnje



Pa se najbrži porast potrošnje energije upravo bilježi u Aziji.

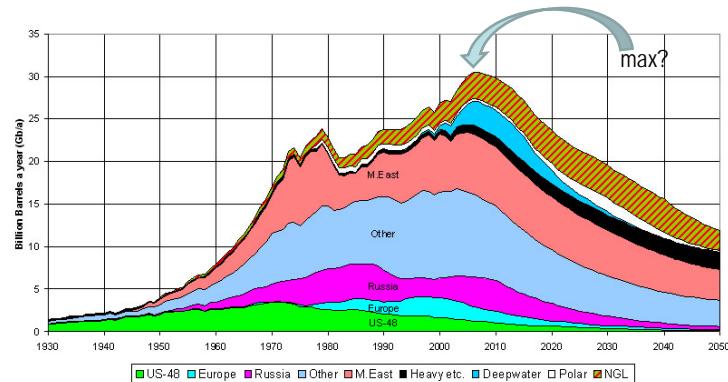
Emisije CO₂ (ugljen, plin?)



Budućnost donosi pitanje odabira optimalne strukture proizvodnje energije da bi se zadovoljila rastuća potražnja uz uvažavanje zahtjeva zaštite okoliša, a posebice prijetnje klimatskih promjena.

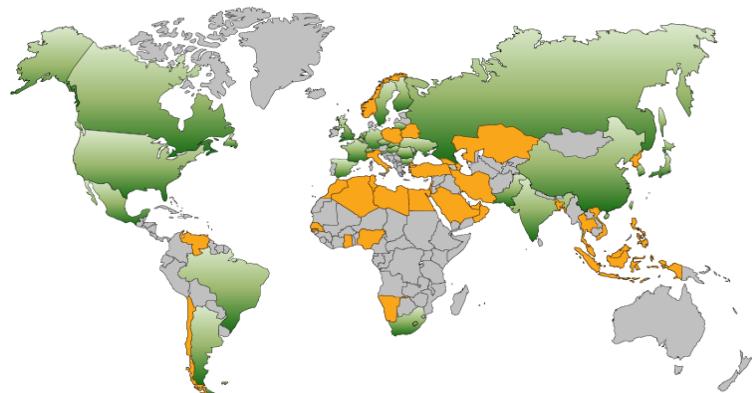
Istražene rezerve nafte i plina

Scenarij potrošnje nafte i plina (2004.)



Naši su resursi ograničeni i zato ih moramo najefikasnije moguće koristiti – zato nam treba ekonomika u energetici ☺

2008. 30 zemalja, 439 reaktor, 370 GWe

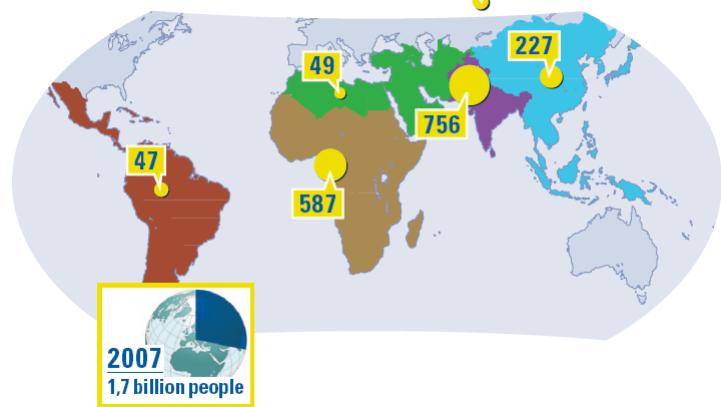


2030 ?

Može li nuklearna energija pomoći u ostvarivanju ovih ciljeva?

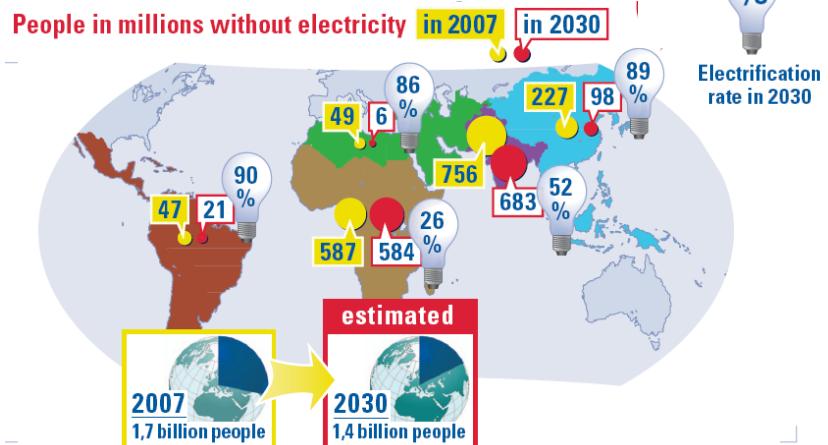
2007. bez električne energije

People in millions without electricity **in 2007**



Istodobno, na globalnoj razini energetsko siromaštvo je ogroman problem te danas 1,7 milijardi ljudi uopće nema pristup električnoj energiji!

2030. bez električne energije



Razmislite – kako poboljšati ovu sliku???



HVALA NA POZORNOSTI!

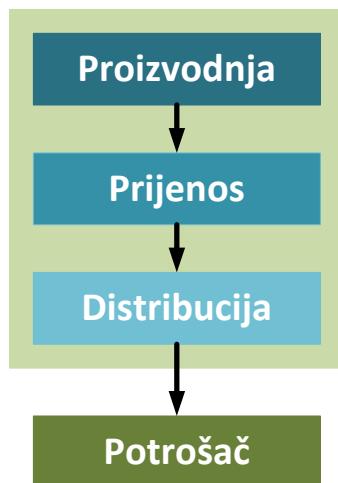


Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

LIBERALIZACIJA TRŽIŠTA EE

Čemu ekonomija u energetici?

Kako je bilo prije...



Veći dio 20.stoljća kupci nisu imali izbora prilikom kupovine električne energije – morali su je kupovati od monopolističkih elektroprivreda na području na kojem su se nalazili. Takve elektroprivredne komapnije bile su vrlo često **vertikalno integrirane**, što znači da su proizvodile, prenosele i distribuirale električnu energiju sve do krajnjih potrošača, tj. kupaca. Drugi je slučaj bio da se električna energija kupuje od kompanije koja je bila zadužena za prodaju i distribuciju na određenom prostoru, a ona je morala kupovati električnu energiju od kompanije koja je držala monopol nad proizvodnjom i prijenosom na širem geografskom području. No, bez obzira o kojem se slučaju radi, važno je zapamtiti da je normativno uređenje tradicionalnog EES-a bilo geografski monopol.

Potreba za konkurentnim tržišta EE

- Monopoli su neučinkoviti
- bez poticanja učinkovitog rada
- troškovi veći od očekivanih
- nema sankcija za učinjene propuste
- nepotrebna ulaganja (*stranded cost* – naslijedeni troškovi)
- Prednosti uvođenja konkurenčnosti
- povećana učinkovitost opskrbe električnom energijom
- niže cijene EE za potrošače
- poticanje ekonomskog rasta

1980-ih godina ekonomskom znanosti počinje dominirati tzv. **neoliberalna politička doktrina** koja se može sažeti krilaticom “*less state*”, tj. što manjim uplitanjem države u tržišne odnose. Tipični primjeri provedbe te doktrine su SAD (R.Reagan) i UK (M.Thatcher) u kojima započinje proces liberalizacije tržišta odnosno privatizacije velikih nacionalnih kompanija/monopola (željeznice, telekom, avio promet).

Monopolističke kompanije bile su neučinkovite, pod prevelikim utjecajem vlade/politike, pa su tako u nekim slučajevima tretirane kao “cash cows”, a u drugim slučajevima su bile spriječene odrediti cijene tako da reflektiraju stvarne troškove ili im nije bio dostupan kapital za nužne investicije.

Ideja je bila da će privatno vlasništvo i tržišno natjecanje povećati efikasnost elektroprivreda, a to će u konačnici smanjiti cijene električne energije za potrošače.

Čitav proces temeljio se na novom shvaćanju električne energije: “Električna energija je roba kao i svaka druga i njome se može trgovati na slobodnom tržištu”. No ipak, električna energija, kao što znate ili ćete se podsjetiti tijekom ovih predavanja, NIJE roba kao svaka druga i zato je tržište i trgovanje električnom energijom predmet izučavanja ekonomije u energetici i našeg predmeta.

Nužne promjene

- Privatizacija
- državne kompanije prelaze u privatno vlasništvo s profitnom orijentacijom
- Konkurentnost – tržišno natjecanje
 - zamjenjuje monopole
 - veleprodaja: proizvođači se natječu u prodaji EE
 - maloprodaja: potrošači odabiru opskrbljivača EE
- Restrukturiranje – razdvajanje
 - razdvajanje funkcija proizvodnje, prijenosa, distribucije i opskrbe
 - slobodan i nesmetan pristup nužan za učinkovito natjecanje (rTPA – regulirani pristup, nTPA – ugovorni pristup)

Liberalizacija tržišta električne energije podrazumijevala je proces privatizacije te uvođenje tržišnog natjecanja u područjima veleprodaje i maloprodaje električne energije. Osim toga, funkcije prijašnjih vertikalno integriranih poduzeća su se počele razdvajati (sjetite se prve slike!).

Restrukturiranje

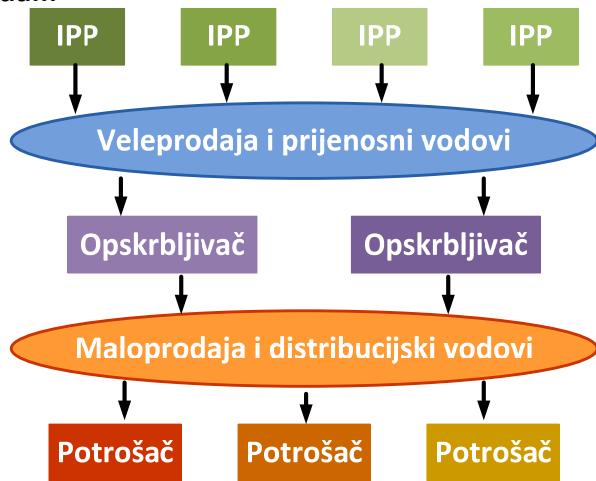
- Poštenje je temelj kompetitivnog tržišta
- Niti jedan sudionik ne smije priječiti drugim sudionicima sudjelovanje u natjecanju
- Upravljanje mrežom i sustavom mora se provoditi neovisno o prodaji EE:
- tvrtka ne smije priječiti drugim tvrtkama natjecanje stvaranjem zagušenja u mreži
- ‘slobodan pristup’ prijenosnoj mreži
- razdvajanje ‘energetskih’ od ‘prijenosnih’ djelatnosti
- Energetske djelatnosti postaju dio kompetitivnog tržišta
- Prijenosne djelatnosti ostaju “prirodni” monopolii

Posljedice

- Monopolistička vertikalno integrirana kompanija:
- cijelim sustavom upravlja jedna organizacija
- postoji samo jedan pogled na sustav
- Restrukturirano kompetitivno tržište EE
- mnogo sudionika od kojih svaki upravlja jednim dijelom sustava;
- različiti pogledi i ciljevi
- Kako učiniti da sustav radi na način kojim su zadovoljeni svi sudionici (tj. gdje sudionici postižu vlastite ciljeve)?

Čemu ekonomija u energetici?

Kako je sada...



Evo kako to izgleda danas, tj. koji je rezultat navedenih procesa: slika prikazuje opću strukturu tržišta električne energije i sve moguće igrače na tržištu električne energije.

Prije negoli započnemo analizu tržišta električne energije, moramo se upoznati s igračima na tom tržištu. Svakog od njih ćemo dotanuti detaljnije tijekom predavanja. No, treba svakako istaknuti i da se stupanj razvijenosti tržišta električne energije razlikuje od zelje do zemlje i moguće je da se neće svi igrači naći na svakom tržištu.

Proizvodna tvrtka (eng. Generation Company - *GenCO*)

- Proizvodi i prodaje EE
- Posjeduje i upravlja elektranama
- jedna elektrana
- portfelj elektrana različitih tehnologija
- Često se naziva i nezavisnim proizvođačem EE (IPP) ukoliko postoji i vertikalno integrirana kompanija
- Cilj
- maksimizirati profit od prodaje EE i drugih usluga

Distribucijska tvrtka (ODS) (eng. *Distribution Company - DisCO, DSO*)

- Posjeduje i upravlja distribucijskom mrežom
- Tradicionalno okruženje
 - monopol u prodaji EE potrošačima u promatranoj regiji
- Kompetitivno okruženje
 - upravljanje i planiranje mreže razdvojeni su od prodaje EE
 - ostaje regulirani monopol
- Cilj
 - maksimizirati regulirani profit.

Opskrbljivač (eng. Retailer)

- Kupuje EE na veletržištu
- Prodaje kupljenu EE potrošačima
- Svi potrošači ne moraju biti priključeni na isti dio distribucijske mreže
- Ne posjeduje veliku fizičku imovinu
- Ponekad djeluje kao tvrtka-kći DISCO tvrtke
- Cilj
- maksimizirati profit temeljen na razlici između veleprodajnih i maloprodajnih cijena

Operator tržišta (eng. Market Operator)

- Upravlja programskim sustavom koji združuje potražnju i ponude koje su priložili kupci i prodavači EE
- Upravlja podmirenjima na tržištu
- nadzire dostavu EE
- prosljeđuje isplate kupaca prodavačima
- **Tržištem posljednjeg utočišta upravlja operater sustava**
- **Tržištem unaprijednica (*forwards, futures*)** često upravljaju privatne tvrtke
- Cilj
- Održavanje efikasnog tržišta koje potiče trgovinu

Operator sustava (OPS) (eng. Independant System Operator)

Operator ISO, TSO, ITC, ITSO

- Brine za sigurnost sustava
- Treba biti neovisan o ostalim sudionicima kako bi se osigurala pravednost tržišta
- **Uobičajeno upravlja tržištem posljednjeg utočišta:**
 - uravnovežuje proizvodnju i potražnju u stvarnom vremenu
 - Posjeduje samo računalnu i komunikacijsku opremu
- **Neovisna prijenosna tvrtka (ITC) je zapravo ISO koji posjeduje prijenosnu mrežu**
- Ciljevi:
 - održavanje sigurnosti sustava i
 - osiguranje maksimalnog iskorištavanja sustava

ISO	Indipendent System Operator
TSO	Transmision System Operator
ITC	Indipendent Transmision Company
ITSO	Indipendent Transmision and System Operator

Voditi računa da ITC – znači i Inter-TSO Compensation (mehanizam za pokrivanje gubitaka unutar IME (Internal Electricity Market))

Regulatorno tijelo (EREA, HERA)

- Upravno tijelo
- Određuje i odobrava tržišna pravila
- Istražuje slučajeve iskorištavanja tržišne moći
- Postavlja cijene proizvoda i usluga monopolističkih kompanija
- Ciljevi:
 - Osigurati ekonomski efikasan rad elektroenergetskog sektora;
 - Osigurati zadovoljavajuću kvalitetu opskrbe.

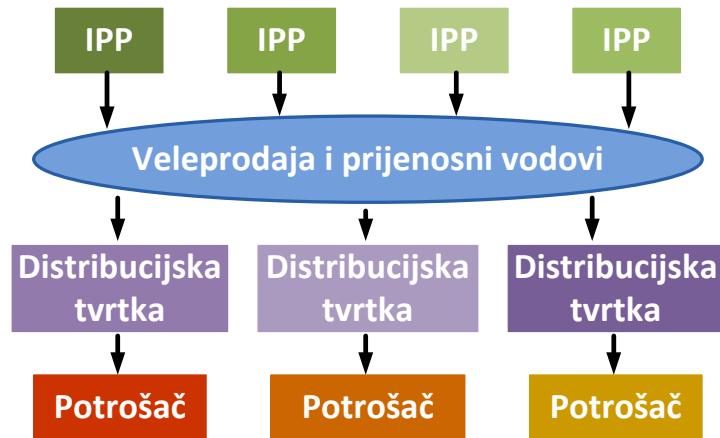
Mali potrošač (kupac)

- Kupuje EE od opskrbljivača
- Zakupljuje priključak od lokalne DisCO (DSO) tvrtke
- Sudjelovanje na tržištu svodi se samo na odabir opskrbljivača
- Uobičajeno je limitiran broj opskrbljivača koje potrošač može birati
- Ciljevi:
 - Što manji račun za EE;
 - Biti opskrbljivan EE zadovoljavajuće kvalitete.

Veliki potrošač (kupac)

- Često aktivno sudjeluje u tržištu EE
- Kupuje EE izravno na veletržištu
- U nekim slučajevima se priključuje direktno na prijenosnu mrežu
- Može pomoći ISO-u u upravljanju sustavom putem kontrole vlastite potrošnje (tzv. *load management* ili *demand side management*)
- Ciljevi:
 - Što manji račun za EE;
 - Biti opskrbljivan EE zadovoljavajuće kvalitete.

Konkurentnost u veleprodaji

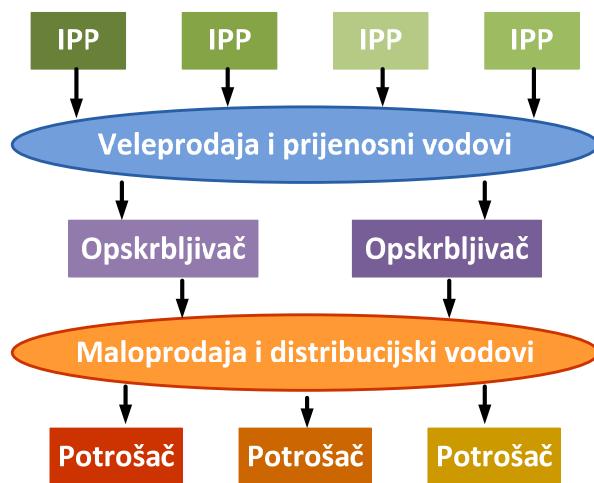


Pogledajmo sada temeljne modele konkurentnih tržišta električnom energijom.

Prvi model je model **konkurentnosti u veleprodaji**. On podrazumijeva situaciju u kojoj distribucijske tvrtke direktno kupuju električnu energiju od proizvođača. Najvećim potrošačima često je dozvoljeno da električnu energiju kupuju direktno od proizvođača. U ovakvom modelu tržišta na razini veleprodaje funkcije koje su centralizirane su organizacija i vođenje tržišta i vođenje prijenosne mreže, a na razini maloprodaje, sustav je u potpunosti centraliziran jer svaka distribucijska tvrtka obavlja poslove upravljanja distribucijskom mrežom i kupuje električnu energiju za kupce koji se nalaze na njezином području.

U ovakvom modelu konkurentnost je dakako navjeća u proizvodnji električne energije. Maloprodajna cijena ostaje regulirana jer potrošači ne mogu odabrati drugog distributera. Također, distribucijske kompanije u ovom slučaju regulirane maloprodajne cijene ne mogu odgovoriti na promjene veleprodajne cijene energije.

Konkurentnost u maloprodaji



Krajnji oblik konkurentnog tržišta električne energije prikazan je na ovoj slici – u ovakovom modelu tržišta svaki potrošač može izabrati svog opskrbljivača. Na ovoj slici nedostaje mogućnost da potrošač direktno kupuje električnu energiju na veleprodajnom tržištu. No zbog visokih troškova, ovu mogućnost koriste većinom samo veliki potrošači. U ovom modelu mrežne aktivnosti distribucijskih kompanija većinom su razdvojene od opskrbe jer te kompanije više nemaju monopol u opskbi električnom energijom potrošača koji se nalaze na geografskom području kojega pokriva njihova mreža. U ovom modelu jedine monopolističke aktivnosti su vođenje prijenosne i distribucijske mreže.

Kada je ovako konkurentno tržište uspostavljeno, maloprodajna cijena električne energije više ne mora biti regulirana, jer potrošač može promijeniti svoj odabir opskrbljivača. Na ovaj način, cijene se uspostavljaju na tržištu, interakcijom ponude i potražnje, što bi u konačnici trebalo rezultirati "stvarnom" cijenom električne energije.

No, treba naglasiti da će svi kupci morati plaćati i reguliranid io cijene električne energije, koji se odnosi na korištenje prijenosne i distribucijske mreže, koje i dalje ostaju u monopolu.

VAŠ DOMAĆI ZADATAK
(neobvezan ali koristan kao priprema za ispit....)

Tržište električne energije u Hrvatskoj

- Odredite model tržišta električne energije u Hrvatskoj
- Identificirajte sve dionike koji sudjeluju u tržištu električne energije (izradite shematski prikaz – *pomoć za to stiže nešto kasnije tijekom predavanja*)
- Priružite im njihove osnovne zadaće
- Otkrijte djelatnosti koje su monopolii
- Postoji li regulator u Hrvatskoj?
- A operator tržišta?
- Razmislite: koji sve faktori utječu na stanje tržišta električne energije u Hrvatskoj?

IDEMO DALJE....

Temeljna prepostavka

- Električna energija promatra se kao proizvod (roba... **specifična roba**)
- Primjeri proizvoda:
 - tona pšenice
 - barrel sirove nafte
 - prostorni metar prirodnog plina
 - Itd....

Već smo rekli da električna energija ipak NIJE roba kao svaka druga. Najvažnija *diferentia specifica* električne energije jest nemogućnost njezinog spremanja. Iako dakako tehnološki napretci u ovom aspektu postoje, rješenja još uvijek nisu tehnološki i komercijalno primjenjiva. Proizvodnja i potrošnja u svakom trenutku moraju biti u ravnoteži, a narušavanje ravnoteže ima za posljedicu raspad EES-a.

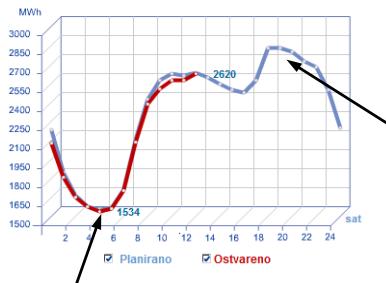
Druga specifična karakteristika električne energije je da se električna energija proizvedena iz jedne elektrane ne može usmjeriti točno određenom potrošaču.

I treća je periodičnost potrošnje električne energije – dnevne, tjedne i sezonske varijacije. EES mora moći odgovoriti na promjene potrošnje.

Kako definiramo EE kao proizvod?

- Volt (V) električne energije?
- Amper (A) električne energije?
- Megavat (MW) električne energije?
- Megavatsat (MWh) električne energije?
- Megavatsat (MWh) električne energije u određeno vrijeme (sat, dan, sezona)?
- Megavatsat (MWh) električne energije u određeno vrijeme i na određenom mjestu (mjestu preuzimanja)?
- Megavatsat (MWh) električne energije u određeno vrijeme i na određenom mjestu uz određenu sigurnost (raspoloživost)?

Utjecaj periodične potrošnje EE (1)



- Period vrlo visoke potrošnje
- U pogonu su i manje učinkovite elektrane
- Visoki marginalni troškovi

- Period vrlo niske potrošnje
- U pogonu su samo najučinkovitije elektrane
- Niski marginalni troškovi

<http://www.hep.hr/ops/hees/dijagram.aspx>

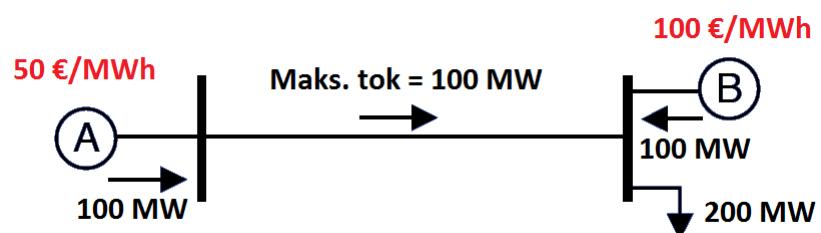
Podsjetnik: Marginalni ili granični trošak je trošak dodatne jedinice proizvoda u ovom slučaju kWh električne energije.

Posljedica varijacija u potrošnji električne energije su varijacije u cijeni električne energije tijekom dana, što nije baš uobičajena karakteristika drugih roba.

Utjecaj periodične potrošnje EE (2)

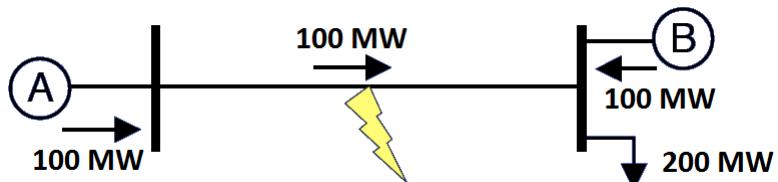
- EE se ne može skladištiti na ekonomičan način
- Neizbjegna je istovremenost proizvodnje i potrošnje EE
- Potrošnja EE je periodična
- Trošak proizvodnje EE se mijenja s opterećenjem
- Vrijednost MWh nije ista tijekom cijelog dana
- MWh EE u periodu visoke potrošnje je skuplji nego u periodu niske potrošnje
- Definicija EE kao proizvoda (za sada): '**MWh u zadanim (određenom) vremenu**'

Utjecaj lokacije



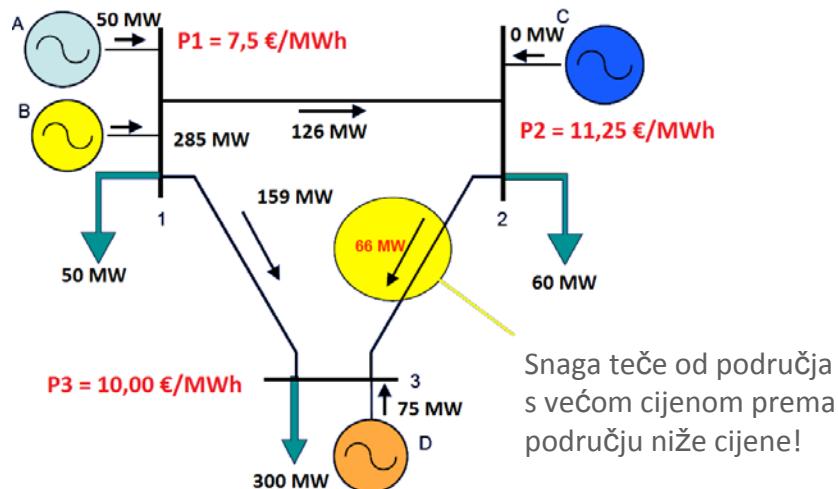
- Cijena EE u dijelu A = marginalni trošak od A = 50 €/MWh
- Cijena EE u dijelu B = marginalni trošak od B = 100 €/MWh
- Ograničenja prijenosa razdvajaju mrežu na regije (zagruđenje, *congestion*)
- Definicija EE kao proizvoda: '**MWh u zadanim vremenima na promatranoj lokaciji**'

Utjecaj sigurnosti opskrbe



- Potrošačima je nužno osigurati neprekidnu opskrbu električnom energijom;
- Definicija EE kao proizvoda: '**MWh u zadanom vremenu na promatranoj lokaciji, uz zadovoljenje zahtjeva na sigurnost opskrbe**'

Utjecaj zakona fizike (1)



Pogledajte tokove snaga na slici i provjerite da su u skladu s Kirhoffovim zakonima! No, obrnite pozornost na marginalne troškove proizvodnih jedinica. Jedinice s nižim troškovima mogu zadovoljiti potražnju i zato jedinica s najvišim marginalnim troškom proizvodnje električne energije (jedinica C) ne radi.

Utjecaj zakona fizike (2)

Izvoziti naranče iz
Norveške u
Španjolsku?



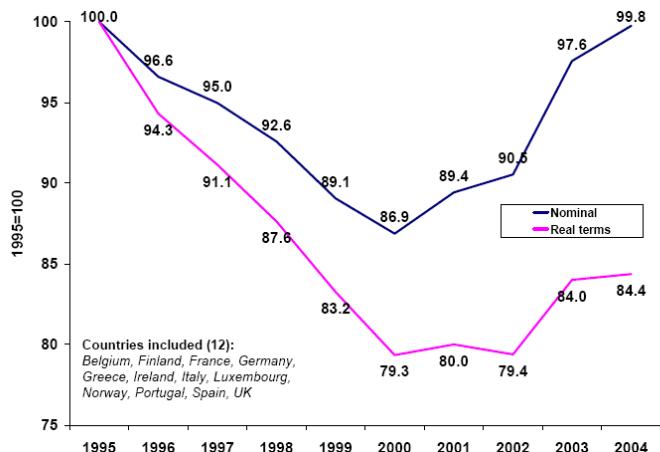
Podsjetimo se, jedna od specifičnih karakteristika električne energije je da se električna energija proizvedena iz jedne elektrane ne može usmjeriti točno određenom potrošaču. Električna energija proizvedena od svih proizvođača se "ujedinjuje" na svom putu prema potrošaču i nije više moguće razlučiti porijeklo jedinice električne energije. Ovo ujedinjavanje je korisno jer maksimum proizvodnih kapaciteta se mora podudarati s maksimumom agregirane potrošnje.



UTJECAJ LIBERALIZACIJE NA CIJENE



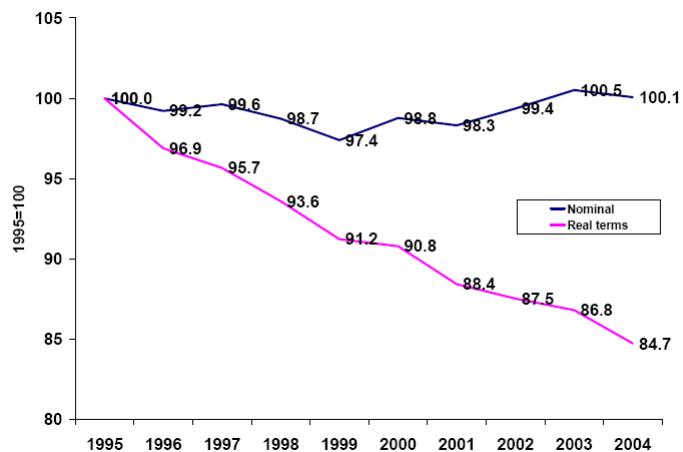
Kretanje cijena za industriju (EU 12)



Od 1996. godine kada je donijeta prva direktiva o unutrašnjem tržištu električne energije u EU se energetska tržišta postupno liberaliziraju. Zanimljivo je pogledati kakve je to posljedico imalo na cijene električne energije.

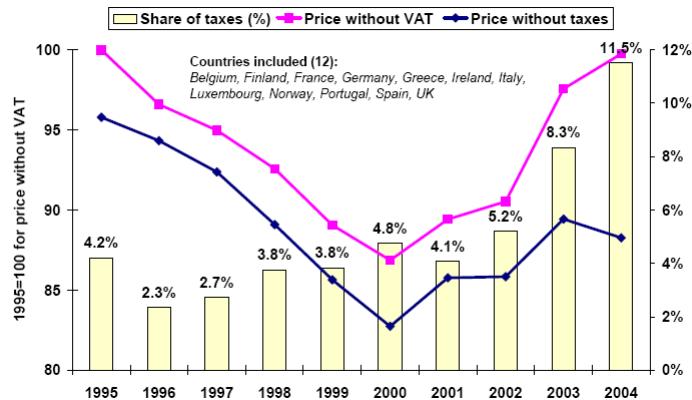
Cijene električne energije za industrijske potrošače padala je sve do 2001. godine, a nakon toga ponovo bilježi porast. Na slici su prikazane nominalne i realne cijene. Nominalna cijena predstavlja sadašnju vrijednost dok realna cijena predstavlja historijsku vrijednost. Vidljivo je da iako cijene posljednjih godina rastu, realna cijena je još uvijek 15% niža nego 1995. godine. Nominalno, ta razlika nije toliko velika.

Kretanje cijena za domaćinstva (EU 12)



Sličan trend bilježi i cijena električne energije za kućanstva. Nominalna cijena bilježi pad do 1999. a potom ponovo raste, tako da praktički kroz cijeli period nominalna cijena stagnira. Realna cijena električne energije padala je kroz cijeli period, tako da je 2004 bila 15% niža nego 1995., što ukazuje na značajnu korist koju su potrošači imali od liberalizacije.

Kretanje cijena i "taksa" (EU 12) (industrija)

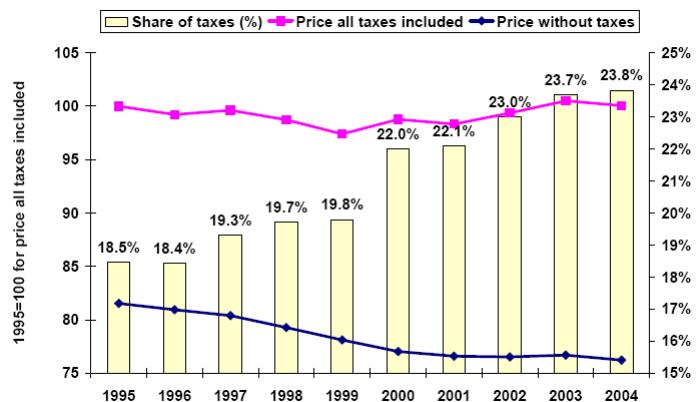


Glavne komponente cijene električne energije su:

- Regulirani dio cijene
 - Mrežarine
 - Razne takse (porezi, naknade i sl.)
- Tržišni dio cijene
 - Trošak električne energije

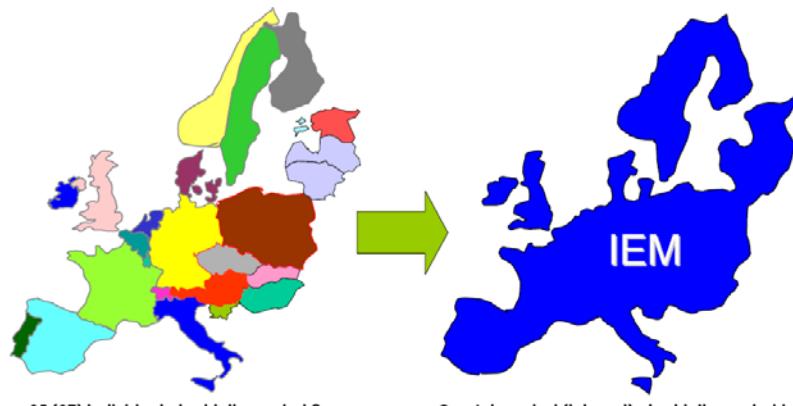
U posljednjim godinama bilježi se sve veći udio različitih taksa u cijeni električne energije. Taj udio je posebno visok u cijeni električne energije za kućanstva (sljedeći slide).

Kretanje cijena i "taksa" (EU 12) (domaćinstva)



Iz ove analize se može vidjeti da vlade nisu povećavale takse/poreze na električnu energiju, potrošači bi još značajnije osjetili učinke pada cijena električne energije uslijed liberalizacije. Treba napomenuti da je jedan od razloga povećanja ovih taksa također i poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije.

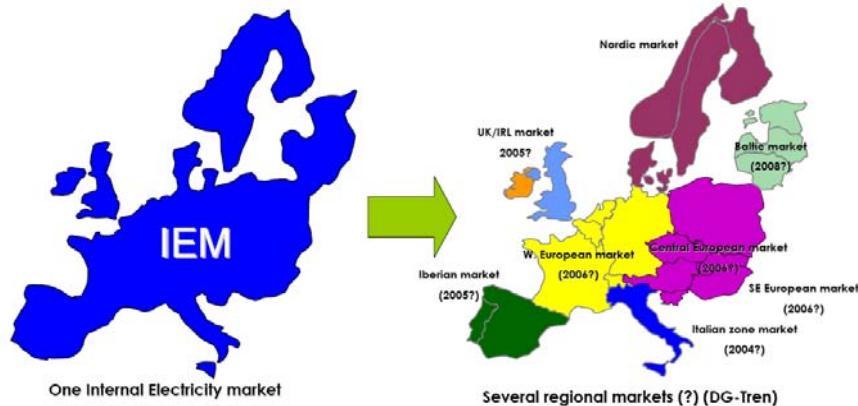
Tako je bilo....



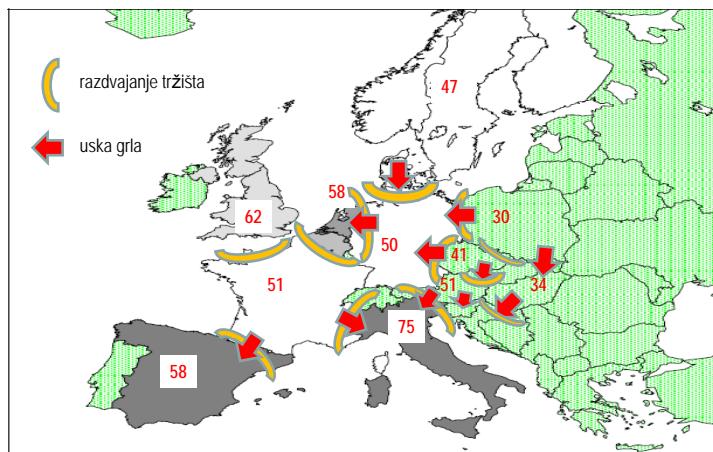
25 (27) individual electricity market ?

One Integrated (internal) electricity market !

Jednom kada bude IEM (Internal Electricity Market)



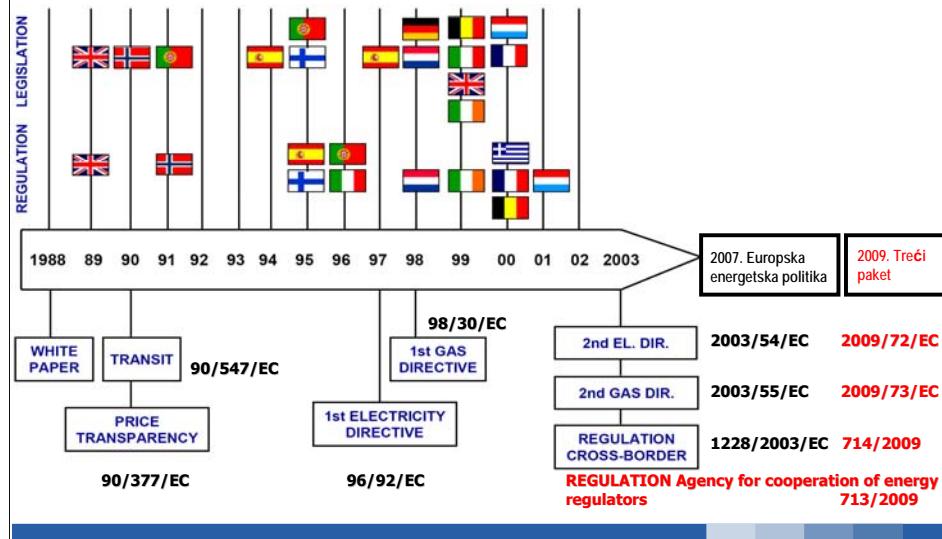
Danas je ipak samo ovako





KAKO TO IZGLEDA DANAS U EU I RH?

Liberalizacija energetskog sektora EU



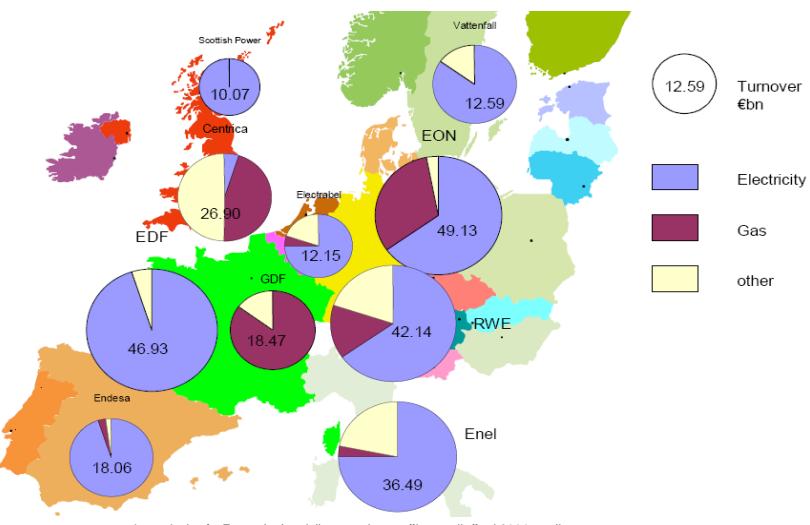
Slika prikazuje razvoj regulative iz područja ostvarivanja otvorenog tržišta električne energije i prirodnog plina. Trenutno je na snazi treći paket energetskih direktiva (označeno crvenom, više informacija na: http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/third_legislative_package_en.htm), kojima se nastoji stvoriti jedinstveno doista konkurentno tržište energije u EU.

Središnje stavke trećeg paketa energetskih direktiva su izbor potrošača, pravednije cijene energije, čistija energija i sigurnost opskrbe. Kako bi se ostvarili navedeni ciljevi potrebno je:

- Razdvojiti proizvodnju i opskrbu od prijenosne mreže
- Poticati prekograničnu trgovinu
- Imati jače i učinkovitije nacionalne regulatore
- Promicati međunarodnu suradnju na investicijskim energetskim projektima
- Osigurati još transparentnija tržišna pravila
- Poboljšati solidarnost među članicama EU.

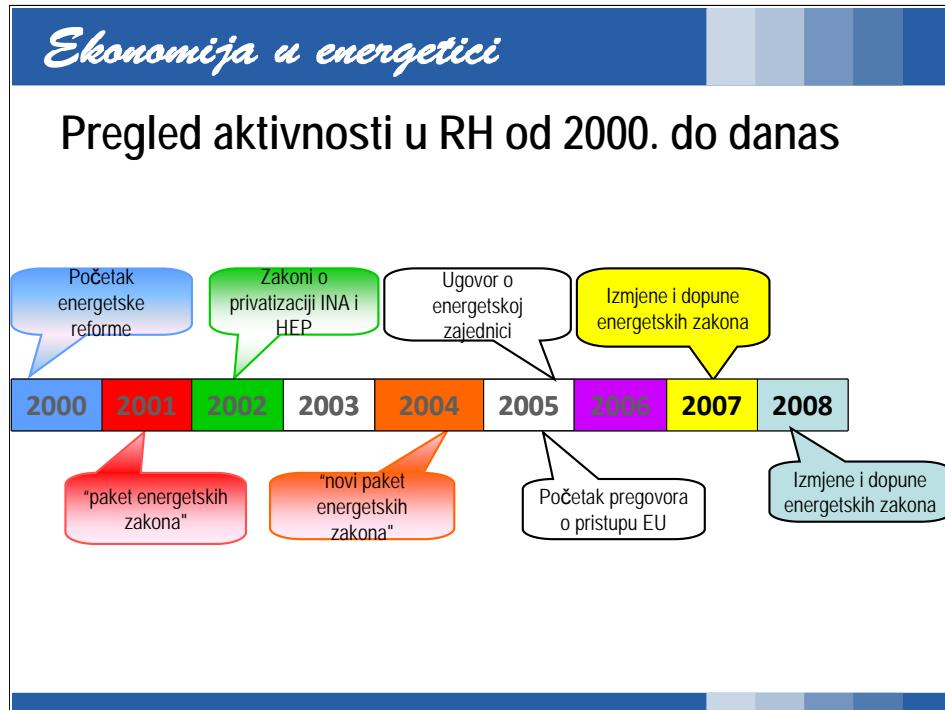
Detaljnije o trećem paketu bit će riječi pred kraj predavanja.

Najveće tvrtke u EU15 i njihov prihod



Ekonomija u energetici

Pregled aktivnosti u RH od 2000. do danas



Razvoj hrvatskog energetskog zakonodavstva pratio je zbivanja u EU. Tako je prvi paket energetskih zakona donesen 2001. i bio je usklađen s direktivama EU – za područje tržišta električne energije to je bila direktiva 96/92/EC. Tu je direktivi zamijenila direktiva 2003/54/EC usvojena 2003 godine, a 2004. godine donesen je paket novih energetskih zakona u Hrvatskoj koji je pratio nove EU direktive. Nove izmjene i dopune energetskih zakona događaju se 2007. i 2008. godine

Hrvatski energetski zakoni

Nastanak energetskih zakona (19.07.2001., 03.12.2004., 13.07.2007., 24.12.2008.)



Ovim zakonima, koji čine osnovni paket energetskih zakona, treba još dodati i Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom te Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji.

Zakon o energiji (1)

- Planiranje energetskog razvjeta na državnoj i lokalnoj razini omogućuje **poduzetništvo** energetskih subjekata
 - Strategija energetskog razvjeta (na deset godina) i Program provedbe Strategije (na tri godine)
- Obveza pokretanja **nacionalnih energetskih programa** za promoviranje energetske učinkovitosti i izgradnje obnovljivih energetskih izvora
- Obveza ishođenja **dozvole za obavljanje energetskih djelatnosti** izdana od tijela za regulaciju pravnim osobama po propisanim uvjetima

Zakon o energiji (2)

- Propisana su temeljna načela **tarifnog sustava** (struktura cijene električne energije) i temeljna načela **općih uvjeta opskrbe energijom**
- Propisuje se obveza formiranja i obnavljanja, pored obveznih, i **operativnih rezervi energije** (moguće posebne mjere u slučaju krize)
- Reguliraju se i definiraju **naslijedeni troškovi** koji se pokrivaju naknadom u cijeni energije ili posebnim zakonom

Zakona o energiji (3) Izmjene i dopune

- Preciznije se potiču mjere zaštite okoliša, uporaba obnovljivih izvora energije i suproizvodnje
- Propisuju se naknade i tarifni sustav za obnovljive izvore energije i kogeneraciju
- Naknada za Operatora tržišta
- Propisuje se metodologija za tarifne sustave, za naknadu priključka na mrežu te povećanje priključne snage
- Mjere zaštite kupaca, informiranje kupaca o energiji te njezinom učinkovitom korištenju
- Definicija "više sile" za obavljanje energetske djelatnosti

Zakon o tržištu električne energije (1)

- Razgraničenje između elektroprivrednih djelatnosti koje se obavljaju na tržištu i kao javna usluga
- Proizvodnja električne energije
 - uvjeti za proizvodnju električne energije
 - uvjeti i status **povlaštenih proizvođača** (suproizvodnja/ obnovljivi izvori / otpad)
 - **postupak odobrenja** - za opskrbu povlaštenih kupaca (slobodna odluka investitora)
 - **natječajni postupak** - za opskrbu tarifnih kupaca (odobrenje Vijeća za regulaciju - uvjet najniža cijena el. en.)
- Nadležnost djelatnosti prijenosa i djelatnosti distribucije
 - načelo reguliranog pristupa treće strane (**rTPA**)
- Nadležnost djelatnosti opskrbe (osamostaljena djelatnost)

Zakon o tržištu električne energije (2)

- Uspostava **operatora prijenosnog sustava** (TSO), **operatora distribucijskog sustava** (DSO) i **operatora tržišta** (MO)
- **Mali kupac** (<50 radnika, prihod <70 mil. kn) i **srednji kupac** (50-250 radnika, prihod >70 mil.kn)
- **Tržišne djelatnosti:** proizvodnja, opskrba, trgovanje (povlašteni kupci)
- **Javna usluga** (regulirano): prijenos, distribucija, organiziranje tržišta proizvodnja i opskrba za tarifne kupce
- **Proizvodnja** električne energije:
 - propisana prava i obveze proizvođača
 - Operator tržišta prikuplja naknadu za povlaštene proizvođače
 - propisani uvjeti za stjecanje prava na poticajnu cijenu
 - TSO i DSO preuzimaju el.en. od povlaštenih proizvođača

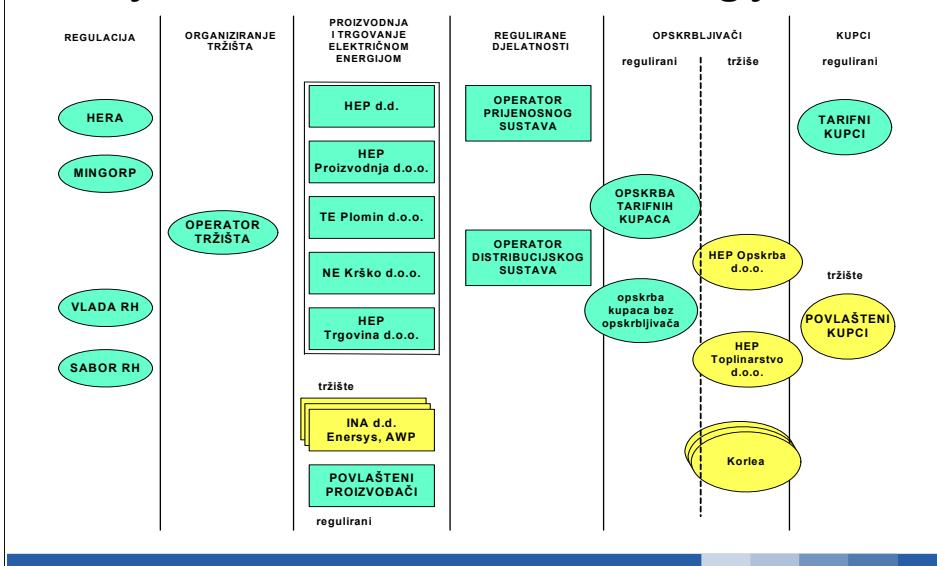
Zakon o tržištu električne energije (3)

- **postupak odobrenja** je prioritetni (uz propisane kriterije)
- mogućnost **natječajnog postupka** (sigurnost opskrbe, energetska učinkovitost)
- Osiguravanje **neovisnosti TSO-a i DSO-a** unutar prijenosa i distribucije
 - upravljačko, računovodstveno i pravno odvajanje
 - vlasništvo se ne mora odvojiti od vertikalno integriranog poduzeća
 - vertikalno integrirano poduzeće odobrava godišnji poslovni plan TSO-a i DSO-a
 - neovisnost nadzire tijelo za regulaciju (HERA)
- TSO koordinira proizvodnju, prijenos i distribuciju (sigurnost opskrbe el.en.) te daje podatke o potrebama za električnom energijom
- TSO/DSO održava i razvija prijenosnu/distribucijsku mrežu
- DSO je odgovoran za kvalitetu električne energije

Zakon o tržištu električne energije (4)

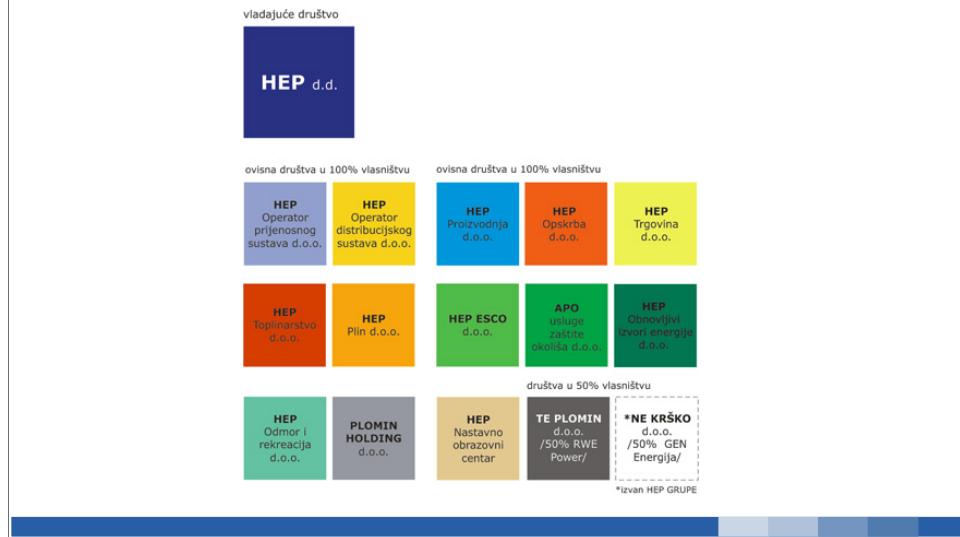
- **Mrežna pravila** utvrđuju pogon i način vođenja mreže
- **Opskrbljivač tarifnih kupaca** ima **obvezu javne usluge** i za povlaštene kupce koji izgube svog opskrbljivača
- Opskrbljivač je dužan u računu **prikazati udjele pojedinih engergenata** te utjecaju na okoliš (jednom godišnje)
- Dopušteno udruživanje malih i srednjih kupaca za nastup prema opskrbljivaču
- **Operator tržišta** samo evidentira ugovorne i financijske obveze te ima uvid nad kretanjima na tržištu el. en. – intervencija samo u nepredviđenim okolnostima

Subjekti na tržištu električne energije

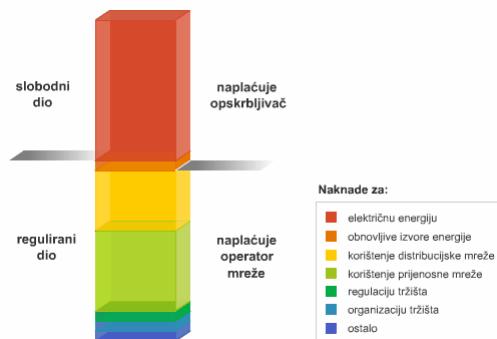


Ekonomija u energetici

Organogram HEP Grupe



Račun za električnu energiju



Zakon o tržištu plina (samo sonovne info)

- **Tržišne djelatnosti**
 - proizvodnja plina,
 - isporuka i prodaja prirodnog plina iz vlastite proizvodnje,
 - opskrba plinom povlaštenoga kupca,
 - posredovanje i zastupanje na tržištu plina,
- **Regulirane djelatnosti (javna usluga)**
 - transport plina
 - distribucija plina
 - skladištenje plina
 - upravljanje terminalom za UPP
 - dobava plina
 - opskrba plinom tarifnog kupca.
- **Sudionici na tržištu plina**
 - proizvođač plina
 - operator transportnog sustava
 - operator distribucijskog sustava
 - operator sustava skladišta plina
 - operator terminala za UPP
 - opskrbljivač plinom
 - posrednik na tržištu plina
 - zastupnik na tržištu plina
 - povlašteni
 - tarifni kupac

* koncesionar distribucije
minimalno 15 mcm godišnje

Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata

- **Djelatnosti:** proizvodnja naftnih derivata, transport nafte naftovodima, transport naftnih derivata produktovodima, trgovina na veliko naftnim derivatima, trgovina na malo naftnim derivatima, skladištenje nafte i naftnih derivata i trgovanje, posredovanje i zastupanje na tržištu nafte i naftnih derivata
- Vlasnici cijevnih transportnih sustava moraju omogućiti **nepristran pristup sustavu** ostalim energetskim subjektima prema načelu pregovaranog pristupa treće strane (nTPA)
- Za dobavljače nafte utvrđena je **obveza osiguranja operativnih zaliha (HANDA)**

Treći paket energetskih zakona EU

- **Glavne odrednice:**

- Potpuno razdvajanje proizvodnje i opskrbe od mrežnih djelatnosti
- Poticanje prekograničnog trgovanja energijom
- Učinkovitiji nacionalni regulatori (energetske regulatorne agencije)
- Poticanje prekogranične suradnje i investicija u energetici
- Osiguravanje veće tržišne transparentnosti u mrežnim djelatnostima i opskrbi
- Povećana solidarnost među državama članicama EU (zajednička vanjska energetska politika, a ne "svatko za sebe" princip)

Treći paket energetskih zakona EU

- **Osnovni dokumenti:**

- Uredba (EZ) br. 713/2009 kojom se uspostavlja Agencija za suradnju energetskih regulatora
- Uredba (EZ) br. 714/2009 o uvjetima pristupa mreži za prekograničnu razmjenu električne energije
- Uredba (EZ) br. 715/2009 o uvjetima pristupa prijenosnim mrežama prirodnog plina
- Direktiva 2009/72/EZ o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište električne energije
- Direktiva 2009/73/EZ o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište prirodnog plina
- Više saznajte na:
http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/third_legislative_package_en.htm

Razdvajanje (eng.*undbundling*) – ključni zahtjev 3. paketa

- Razdvajanje mrežnih djelatnosti (prijenos prvenstveno) nije dalo željene rezultate
- TSO je u većini slučajeva dio vertikalno integrirane elektroprivrede
- Problemi koji iz toga proizlaze:
 - Privilegije u pristupu mreži za tvrtke unutar vertikalno integrirane elektroprivrede
 - Ne jamči se nediskriminatoryni pristup informacijama (“curenje” informacija proizvodnim i opskrbnim tvrtkama unutar vertikalno integrirane elektroprivrede)
 - Inherentni interes operatora sustava da ograniči nove investicije ako to koristi konkurenčiju i dovodi nove konkurente na domaće tržište

Ekonomija u energetici

Zahtjevi za TSO - tri opcije za razdvajanje

Potpuno razdvajanje vlasništva	Neovisni operator sustava (ISO)	Neovisni operator prijenosa (ITO)
Vertikalno integrirana tvrtka	Vertikalno integrirana tvrtka Vlasnik mreže	Vertikalno integrirana tvrtka Vlasnik i operator mreže
Vlasnik i operator mreže	Operator mreže	

- I još:
 - Prognoze dostatnosti sustava
 - Mrežna pravila
 - Planiranje investicija
 - Suradnja (regionalna, prekogranične investicije, pomoćne usluge)

Zahtjevi za DSO

- **Zaštita potrošača**
 - Dostupnost informacija
 - Nenaplaćivanje promjene opskrbljivača
- **Uvođenje "pametnog" mjerjenja potrošnje (eng. *smart metering*)**
 - "Pametni" sustavi mjerjenja omogućavaju potrošačima aktivno sudjelovanje na tržištu električne energije
 - Ekonomска ocjena izvedivosti do 03.09.2012.
 - Vremenski plan za sljedećih 10 godina za uvođenje sustava "pametnog" mjerjenja potrošnje – tamo gdje je ekonomski ocjena pozitivna, barem 80% svih potrošača treba imati "pametna" mjerila do 2020. godine

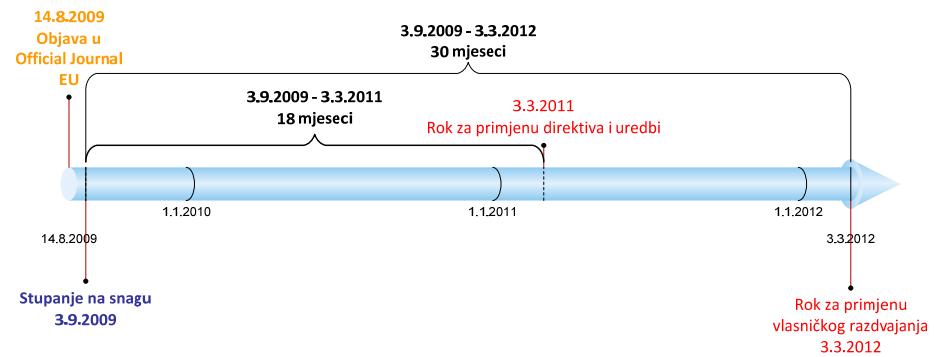
Zahtjevi za regulatore

- Osniva se Agencija za suradnju energetskih regulatora (sjedište u Ljubljani)
- Aktivnosti
 - Povećanje suradnje među nacionalnim regulatorima
 - Donošenje zajedničkih pravila
 - Nadgledanje i uspostava suradnje među TSO-ima
 - Nadgledavanje tržišta i izvještavanje Europskoj komisiji
 - Praćenje i potpora aktivnostima energetske učinkovitosti i osiguravanja sigurnosti opskrbe
 - Uključivanje u ocjenu 10-godišnjih investicijskih planova TSO-a i izradu mrežnih pravila

Zahtjevi za proizvodnju i skladištenje prirodnog plina te LNG terminale

- Pristup spremištima plina
- Pravno i funkcionalno razdvajanje operatora sustava skladištenja od opskrbljivača prirodnim plinom
- Jačanje uloge regulatora u nadgledanju pristupa skladišta
- Pristup treće strane, alokacija kapaciteta i upravljanje zagušenjima
- Sekundarno tržište skladišnih kapaciteta
- **Long-term natural gas supply agreements:**
- Ostaju dozvoljena opcija državama članicama
- **Procedure:**
- Natječaji za dodatne kapacitete
- Promocija pristupa mreži za biopljin i plin iz proizvodnje biomase
- **Pristup LNG terminalima:**
- Pristup treće strane, alokacija kapaciteta i upravljanje zagušenjima
- **Transparentnost:**
- Objavljivanje podatak o razini skladišta i LNG terminala na dnevnoj bazi

Vremenski okvir



Što nas još čeka u RH?

- Prijenos 3. paketa u nacionalno zakonodavstvo najkasnije do 3. ožujka 2011. (kao za sve druge države članice EU):
- Nastavak restrukturiranja HEP Grupe – potpuno razdvajanje mrežnih djelatnosti (pravno, funkcionalno i računovodstveno razdvajanje)
 - Nova Direktiva ne nalaže privatizaciju!
- Jačanje uloge HERA-e (neovisnost djelovanja; tko određuje cijenu električne energije u RH?; promicanje energetske učinkovitosti?; briga za sigurnost opskrbe?)
- Transparentnost pristupa mreži i jednaka prava za sve



HVALA NA POZORNOSTI

Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

OSNOVE TRŽIŠTA

Podimo na tržnicu (Dolac npr.) ...

- Prodavači i kupci su u mogućnosti da:
 - uspoređuju cijene
 - procjenjuju potražnju
 - procjenjuju ponudu
 - Postiže se ravnoteža između ponude i potražnje

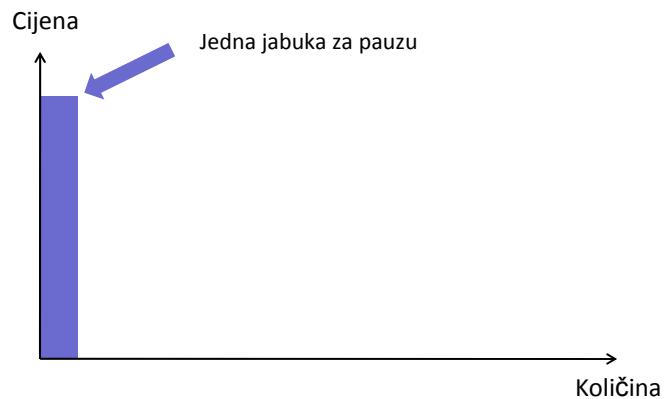


Tržišta su vrlo star "izum" koji je evolvirao u vremenu. No, temeljno shvaćanje tržišta nije se promijenilo: tržište je mjesto susreta kupaca i prodavača s ciljem pronalaženja zajedničke koristi od kupnje/prodaje.

Kako bismo razumjeli djelovanje tržišta, prvo ćemo postaviti model ponašanja potrošača, a potom model ponašanja proizvođača. Kombinacija tih dvaju modela pomoći će nam u shvaćanju uvjeta pod kojima se može postići tržišni dogovor, odnosno pomoći će nam u shvaćanju načina rada tržišta.

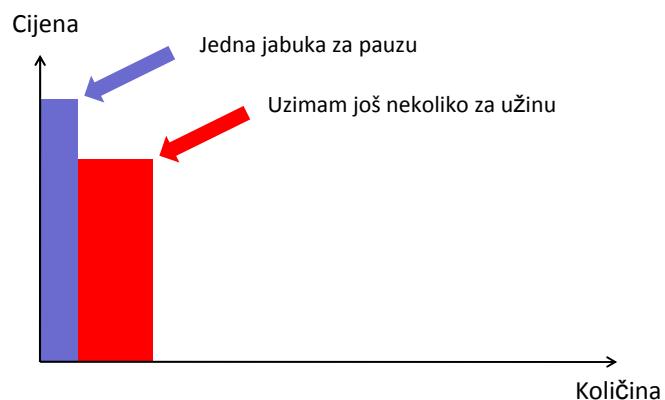
Pa krenimo po jabuke...

Koliko Vam vrijede jabuke?



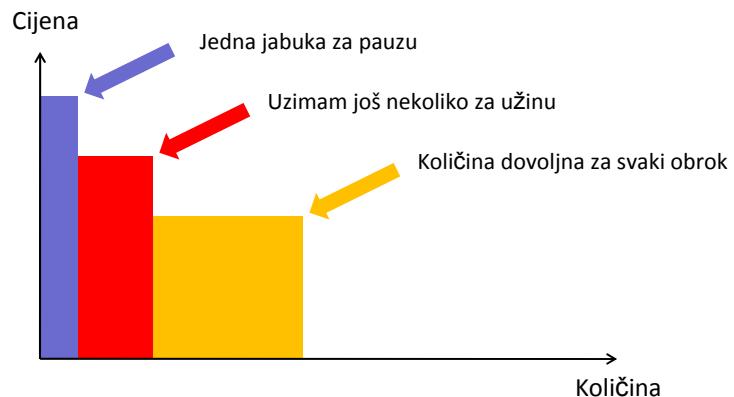
Broj jabuka koje ćete kupiti ovisi o njihovoj cijeni. Ukoliko je cijena previsoka, odlučit ćete se za neko drugo voće. Ako je cijena nešto niža, ali još vam je uvijek previsoka, može biti da ćete se odlučiti kupiti samo jednu jabuku za *snack* na pauzi.

Koliko Vam vrijede jabuke?

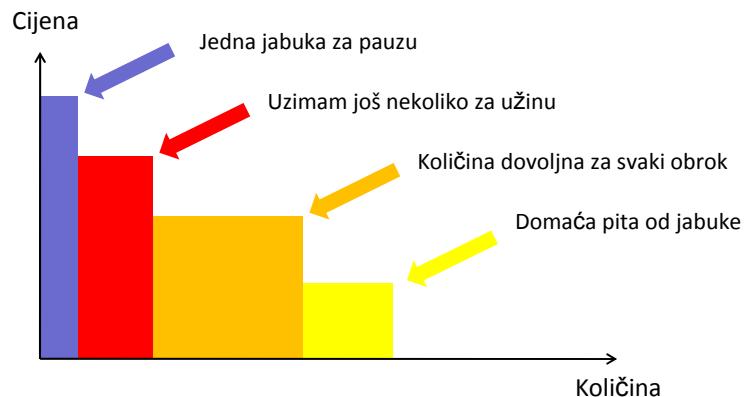


Još niža cijena – kupujete još nekoliko jabuka,... Stvar već postaje jasna, zar ne!?

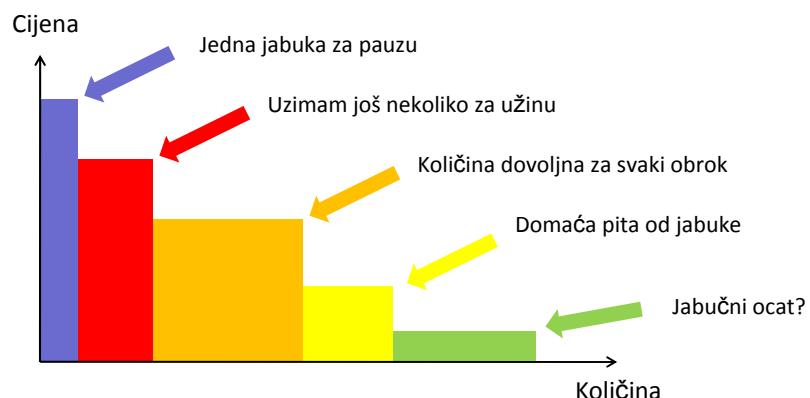
Koliko Vam vrijede jabuke?



Koliko Vam vrijede jabuke?

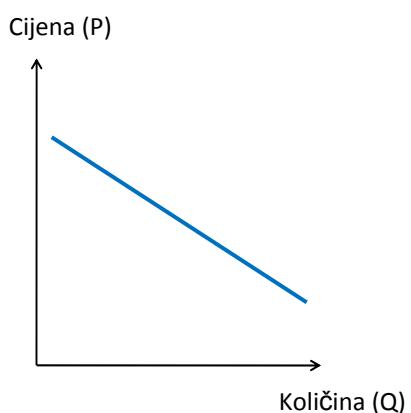


Koliko Vam vrijede jabuke?



Potrošači kupuju sve dok je cijena jednaka njihovoj marginalnoj koristi

Krivulja potražnje

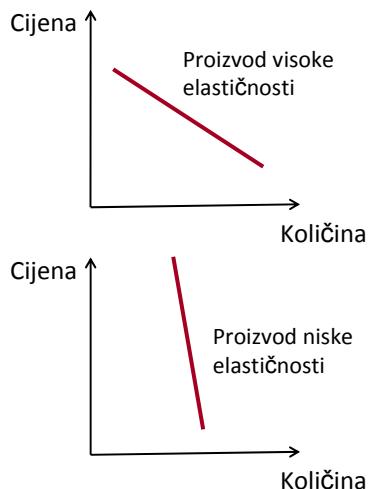


- Predstavlja zbroj potražnje pojedinačnih potrošača
- Funkcija potražnje :
 - $Q=D(P)$
- Inverzna funkcija potražnje:
 - $P=D^{-1}(Q)$

Različiti kupci imaju različite preferencije, i graf za jabuke neće izgledati za svakog kupca (potrošača) jednako. Ako agregiramo te grafove za dovoljno veliki broj potrošača dobit ćemo krivulju potražnje za jabuke, koje je prikazana na slici (obično to nije pravac!), a matematički se iskazuke navedenim jednadžbama.

Valja zapamtiti da je nagib krivulje negativan, tj. količina konzumiranog proizvoda opada kako njegova cijena raste. Isto tako, krivulja pokazuje koliko je kupac (potrošač) spremam potrošiti za dodatnu količinu proizvoda, ili obatno koliku "naknadu" očekuje za nekonzumiranje proizvoda. Jasno je sada da krivulja potražnje pokazuje graničnu vrijednost koju kupac pridjeljuje proizvodu. Opadajuća krivulja govori da je kupac spremam dati više za dodatnu količinu proizvoda, kada tog proizvoda ima malo.

Elastičnost potražnje (1)



- Nagib pravca (krivulje) je pokazatelj elastičnosti potrošnje
- Visoka elastičnost znači:
 - nebitan proizvod
 - lako zamjenjiv
- Niska elastičnost znači:
 - bitan proizvod
 - nema zamjene
- Električna energija kratkoročno ima nisku elastičnost

Povećanje cijene proizvoda, makar i za mali iznos, uzrokovat će prema tome, pad potražnje za proizvodom. No koliko, to će nam reći nagib krivulje potražnje kojega nazivamo **elastičnost potražnje**.

Visoka elastičnost znači da određena promjena cijene uzrokuje veću promjenu potražnje, dok niska elastičnost znači da određena promjena cijene izaziva manju promjenu potražnje.

Koliko je potražnja za nekim proizvodom elastična ovisi o dostupnosti njegovih **supstituta**. Nedostatak supstituta znači nižu elastičnost potražnje.

U ovom konceptu, vremenski okvir je također bitan. Uzimo za primjer električno grijanje u nekom naselju. U kratkom roku, elastičnost je vrlo niska, jer nije moguće "na brzinu" zamijeniti cjelokupni sustav grijanja, unatoč tome što cijena električne energije jako poraste. No, dugoročno, potrošači će se odlučivati na nove izvore grijanja, što će značiti da je elastičnost potražnje električne energije (dugoročno) visoka.

Elastičnost(i) potražnje (2)

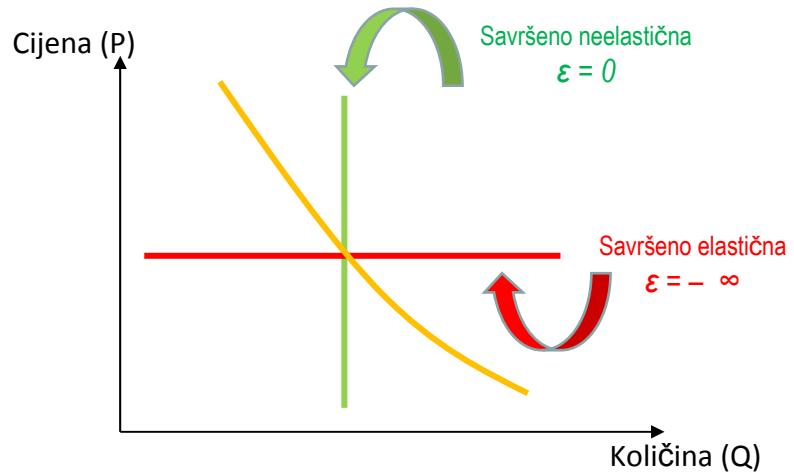
- Matematička definicija:

$$E = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q} \quad E_{ij} = \frac{\frac{\Delta Q_i}{Q_i}}{\frac{\Delta P_j}{P_j}} = \frac{\Delta Q_i}{\Delta P_j} \cdot \frac{P_j}{Q_i}$$

- Bezdimenzionalna veličina

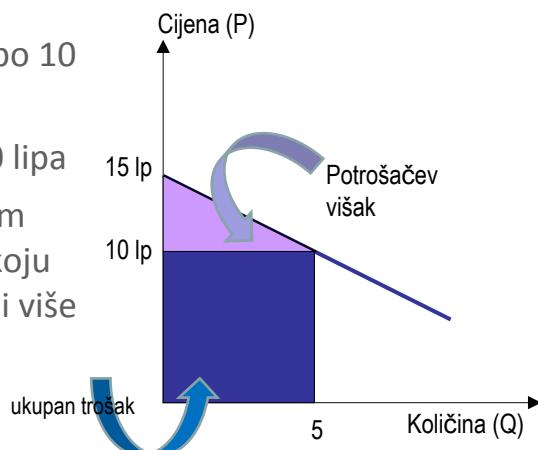
Valja uočiti da je elastičnost potražnje uvijek negativna, ali nije i unakrsna elastičnost. Kod nje razlikujemo dva slučaja. Prvi, kada su proizvodi zamjenjivi tada je ona pozitivna (rast cijene jednog proizvoda znači povećanje količine drugog). Drugi, kada su proizvodi komplementarni (rast cijene jednog proizvoda znači smanjenje količine drugog) tada je ona negativna

Elastičnost potražnje (3)



Potrošačev višak

- Kupujem 5 jabuka po 10 lipa
- Ukupan trošak = 50 lipa
- Za tu cijenu dobivam količinu jabuka za koju sam spreman platiti više
- Višak: 12.5 lipa



Definirajmo još veličinu koju nazivamo **potrošačev višak**.

Dakle, želite kupiti 5 jabuka i kada ste došli na tržnicu cijena jabuke je 10 lipa. No, krivulja potrošnje govori da ste spremni platiti i više za jabuke (npr. za prvu jabuku ste spremni platiti 15 lipa, za drugu 12 itd. – vaša krivulja potražnje određena je time koliko ste spremni platiti za svaku sljedeću jedinicu proizvoda, u ovom slučaju jabuke). Površina ispod krivulje potražnje naziva se **bruto potrošačev višak**, a predstavlja ukupnu vrijednost koju potrošač pridjeljuje jabukama. No, za tu količinu jabuka potrošač je morao platiti nešto (50 lipa), pa ako taj trošak odbijemo od ukupne potrošačeve koristi (bruto potrošačev višak = 62,5 lipa), dolazimo do **neto potrošačevog viška** (ili samo 'potrošačev višak') koji u ovom slučaju iznosi 12,5 lipa.

Koje je značenje potrošačevog viška? To je 'dodatna vrijednost' koju potrošač dobiva kupovinom određene količine proizvoda po tržišnoj cijeni, jer je ta količina kupljena po manjoj vrijednosti nego onoj koju potrošač pridjeljuje jedinici proizvoda (osim zadnjoj, jer zadnjoj jedinici proizvoda pridjeljuje upravo tržinu cijenu).

Ponuda

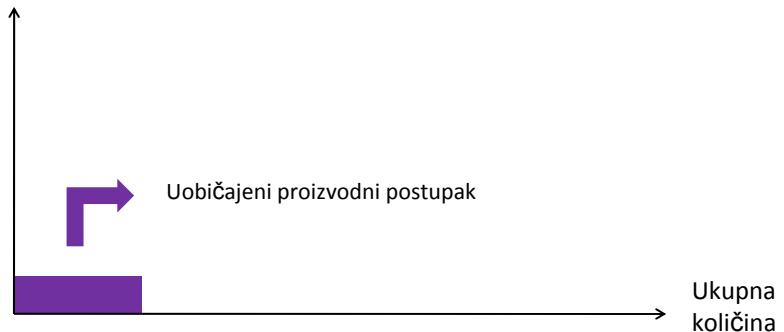
- Koliko cvrčaka proizvesti?
 - Cilj - ostvariti profit svakim prodanim cvrčkom
 - Proizvesti dodatni kliker ako i samo ako je trošak njegove proizvodnje manji od tržišne cijene
- Potrebno je poznavati trošak proizvodnje dodatnog cvrčka
- Uzeti u obzir samo varijabilne troškove
- Zanemariti fiksne troškove
- Ulaganje u proizvodne pogone i strojeve

Model ponašanja proizvođača vrlo je sličan modelu ponašanja potrošača. Proizvođač će odlučiti proizvesti dodatne količine nekog proizvoda ako je trošak njegove proizvodnje manji od tržišne cijene proizvoda.

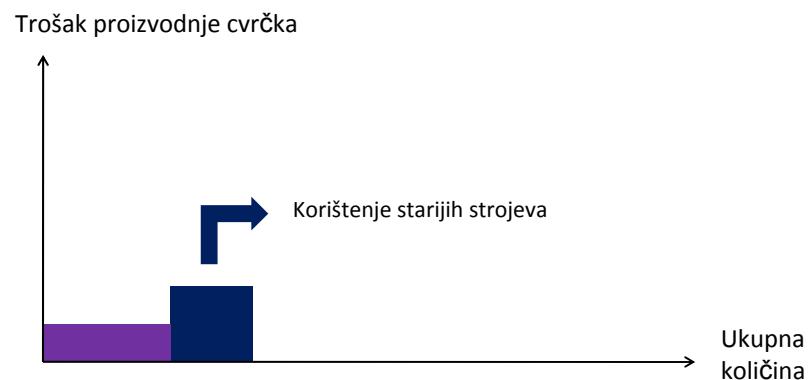


Koliki je trošak slijedećeg cvrčka? (1)

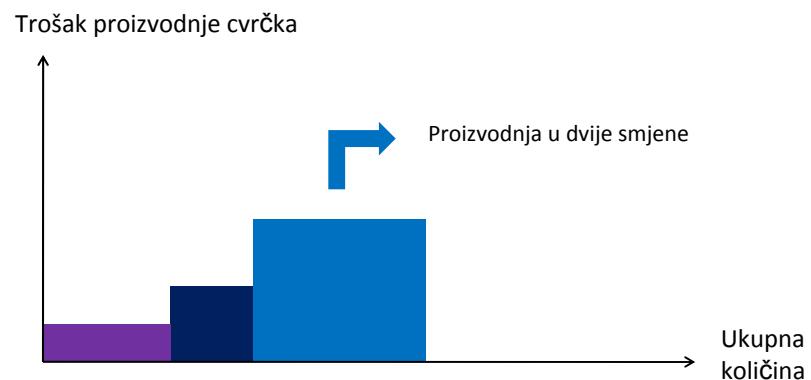
Trošak proizvodnje cvrčka



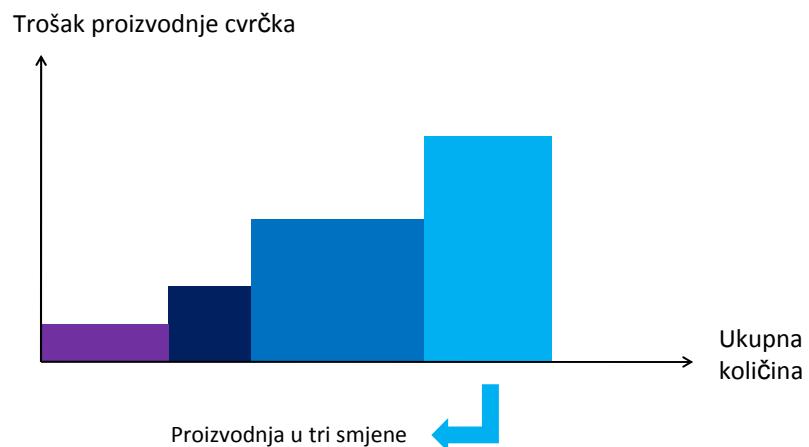
Koliki je trošak sljedećeg cvrčka? (2)



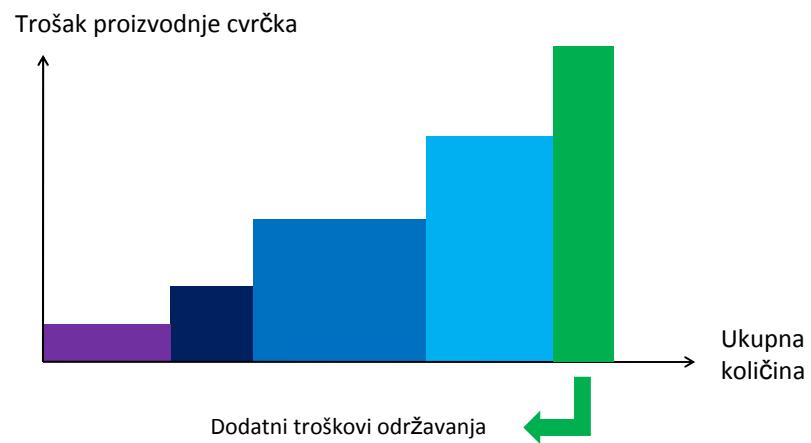
Koliki je trošak slijedećeg cvrčka? (3)



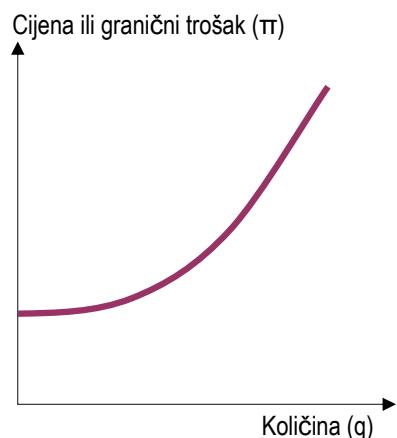
Koliki je trošak slijedećeg cvrčka? (4)



Koliki je trošak slijedećeg cvrčka? (5)



Krivulja ponude

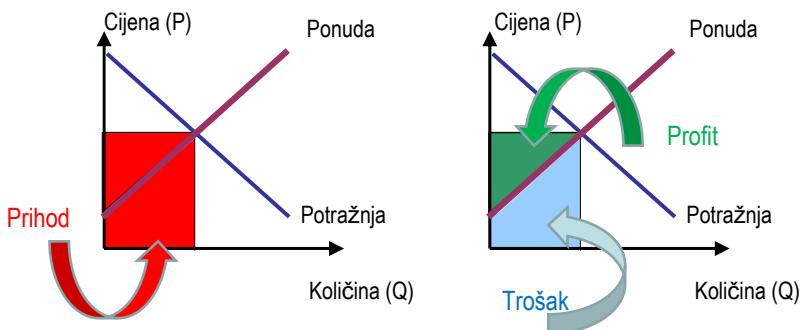


- Skup krivulja graničnih troškova svih proizvođača
- Razmatraju se samo varijabilni operativni troškovi
- Ne uzima u obzir investicijske troškove
- Funkcija ponude:
 $P = S^{-1}(Q)$
- Inverzna funkcija ponude:
 $Q = S(P)$

Krivulja ponude pokazuje koliku tržišnu cijenu mora imati proizvod kako bi se proizvođaču isplatio proizvesto određenu količinu istog.

Ekonomski profit proizvođača

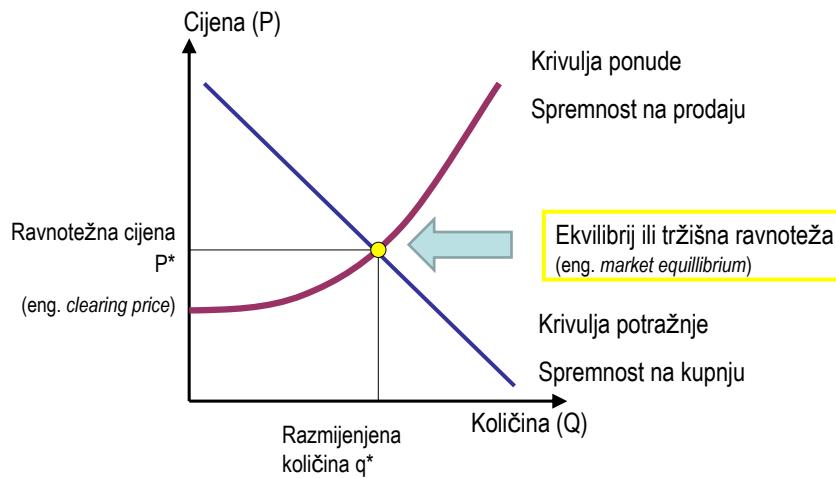
- Troškovi uključuju samo varijabilne troškove proizvodnje
- Ekonomski profit pokriva fiksne troškove i zaradu dioničara



Definirajmo još veličinu koju zovemo proizvođačev višak.

Prihodi koje proizvođač ostvaruje određeni su prodanom količinom i cijenom proizvoda. No, **proizvođačev višak** ili nejegov ekonomski profit predstavlja razliku prihoda i rashoda (varijabilni troškovi proizvodnje). Razlog nastanka profita jest prodaja proizvoda po cijeni većoj o oportunitetnog troška proizvođača. Proizvođači s nižim oportunitetnim troškovima ostvaruju proporcionalno veći profit nego oni s visokim oportunitetnim troškom. Proizvođač čiji je marginalni trošak jednak oportunitetnom trošku ne ostvaruje nikakv profit.

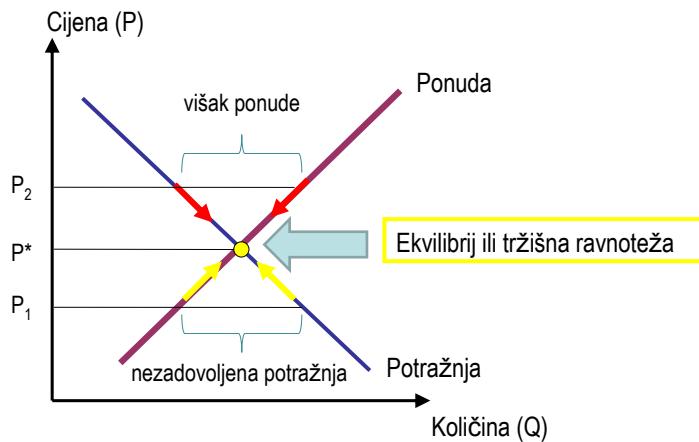
Tržišna ravnoteža



Do sada smo promatrali potrošača i proizvođača zasebno. Pogledajmo sada kako oni međudjeluju na tržištu. Pri tome postavljamo pretpostavku da ni jedan potrošač ili proizvođač ne može utjecati na cijenu proizvoda svojim postupcima, tj. da se radi o potpuno konkurentnom tržištu. Ovo uobičajeno nije točna pretpostavka za tržišta električne energije, ali će nam pojednostaviti objašnjenje.

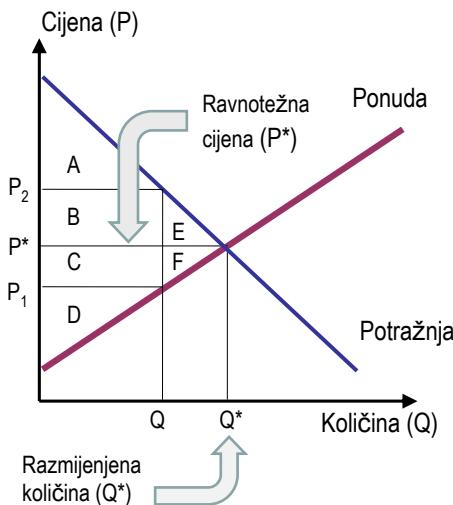
Ravnotežnu cijenu proizvoda određuju i potrošač i proizvođač – to je cijena po kojoj je proizvođač voljan ponuditi točno onu količinu proizvoda koju potrošač želi. Drugim riječima, to je rješenje jednadžbe: $D(P^*)=S(P^*)$. Ili iskazano na drugi način – ravnotežna količina proizvoda q^* je ona za koju je potrošač je spreman platiti cijenu koju proizvođač mora dobiti da bi ponudio tu količinu: $D_1(Q^*)=S_1(Q^*)$

Ponuda i potražnja



Tržište će se "smiriti" u točki tržišne ravnoteže. Kako? Pretpostavimo da je cijena proizvoda $P_1 < P^*$, što zanči da je potražnja veća od ponude. Neki će proizvođači shvatiti da postoje nezadovoljeni kupci te da mogu ponuditi dodatne količine svog proizvoda po višim cijenama od trenutne. Stoga će ono povećavati svoju proizvodnju (ponudu) i cijenu proizvoda, sve dok se ne postigne ravnoteža. Jednako tako, ako postoji višak ponude i tada je cijena proizvoda $P_2 > P^*$, proizvođač će smanjivati svoju proizvodnju do količine koju je spremam prodati po cijeni po kojoj je potrošač spremam kupiti.

Tržišna ravnoteža (*Pareto optimum*)



$$Q^* = D(P^*) = S(P^*)$$

$$P^* = D^{-1}(Q^*) = S^{-1}(Q^*)$$

- Prodavači nemaju poticaja da prodaju manje
- Kupci nemaju poticaja da kupuju za više
npr.:
 - P_2 – min cijena Vlade (višak za ponudu B+C+D na račun potražnje)
 - P_1 – oporezivanje od Vlade (Vlada uzima B+C)

Pareto optimum je situacija u kojoj se korist jednog sudionika na tržištu ne može povećati ako se istodobno ne smanji korist drugog sudionika.

Pretpostavimo da je razmjenjena količina proizvoda Q (manje od ravnotežne). To znači da neki proizvođači žele prodati dodatne količine proizvoda po cijeni P_1 , koja je manja od cijene P_2 koju su kupci spremni platiti za tu dodatnu količinu. Situacija nije u ravnoteži, tj. nitko ne ostvaruje korist.

Pogledajmo kako promjene cijena utječu na potrošačev višak i proizvođačev višak.

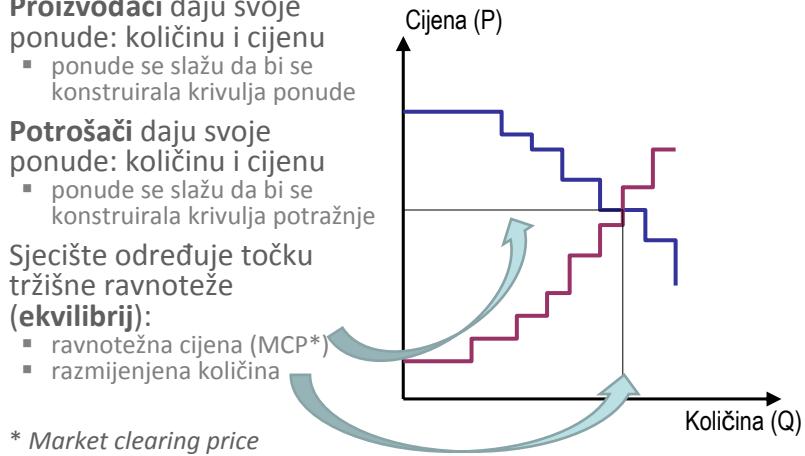
Po cijeni P_2 , potrošač kupuje količinu Q i njegov višak je površina A. Ako cijena padne na P^* , količina poraste na Q^* i potrošačev višak sada postaje površina A+B+E. Dva su razloga za ovo. Prvo, količina se povećala zbog niže cijene, što odgovara dodatnoj površini E. Drugo, potrošač plaća nižu cijenu pa dobiva dodatni višak koji odgovara površini B.

Kod proizvođača, ako je cijena P_1 , njegov je višak određen površinom D. Ukoliko cijena poraste na P^* , povećava se količina koju on stavlja na tržište na Q^* (zato mu se višak povećava za površinu F) te mu se povećava dobit za svu onu količinu koju je stavio na tržište po originalnoj cijeni (površina C).

Dakle, vidimo da tržišna ravnoteža donosi korist (višak) i potrošaču i

Centralizirano aukcijsko tržište

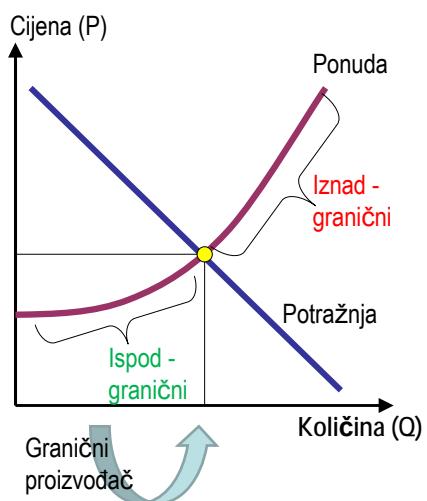
- Proizvođači daju svoje ponude: količinu i cijenu
 - ponude se slažu da bi se konstruirala krivulja ponude
- Potrošači daju svoje ponude: količinu i cijenu
 - ponude se slažu da bi se konstruirala krivulja potražnje
- Sjecište određuje točku tržišne ravnoteže (**ekvilibrij**):
 - ravnotežna cijena (MCP*)
 - razmijenjena količina



Tako to funkcioniра и на stvarnim tržištim.

Centralizirano aukcijsko tržište

- Sve se prodaje po **ravnotežnoj cijeni**
- Cijenu određuje "zadnja" prodana jedinica
- **Granični proizvođač:**
 - prodaje tu zadnju jedinicu
 - dobiva točno cijenu koju je ponudio
- **Ispod-granični proizvođač**:
 - dobiva cijenu višu od ponuđene
 - ostvaruje ekonomski profit
- **Iznad-granični proizvođač**:
 - ništa ne prodaje



Povežite ovo s definicijom potrošačevog viška, tj. ekonomskog profita!

Bilateralne transakcije

- Proizvođači i potrošači trguju izravno i neovisno
- Potrošači traže najbolju ponudu
- Proizvođači provjeravaju cijene konkurenata
- Učinkovito tržište “otkriva” ravnotežnu cijenu

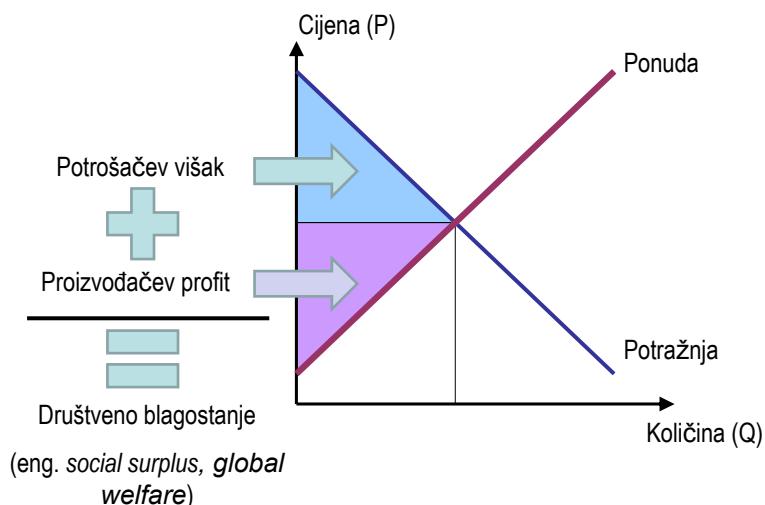
Učinkovito tržište

- Svi kupci i prodavači imaju pristup informacijama o cijenama, ponudi i potražnji
- Čimbenici učinkovitog tržišta:
 - broj sudionika
 - standardizirana definicija proizvoda
 - dobri mehanizmi razmjene informacija

Primjeri

- Učinkovita tržišta:
 - tržnica
- Neučinkovita tržišta:
 - rabljeni automobili

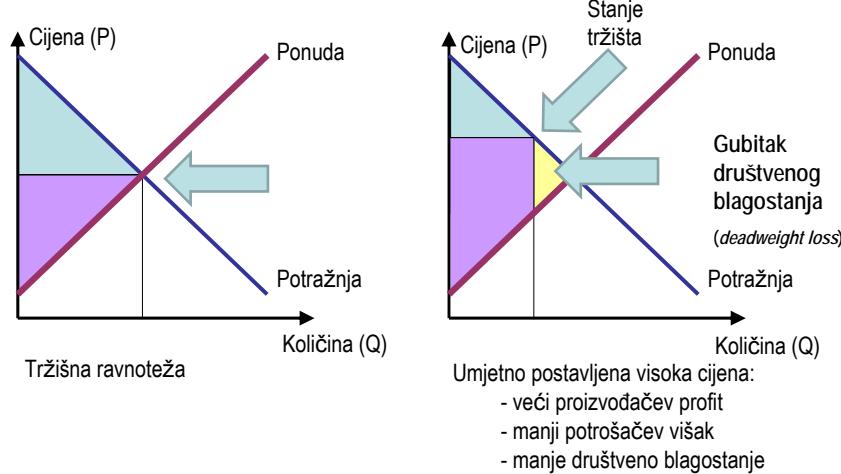
Društveno blagostanje



Karakteristika učinkovitih tržišta je da povećavaju **društveno blagostanje**.

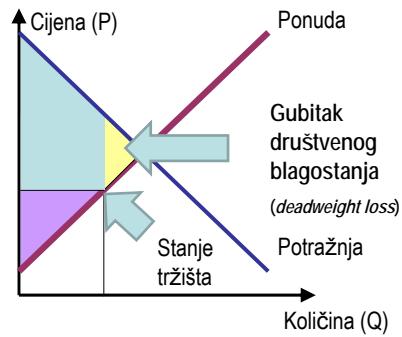
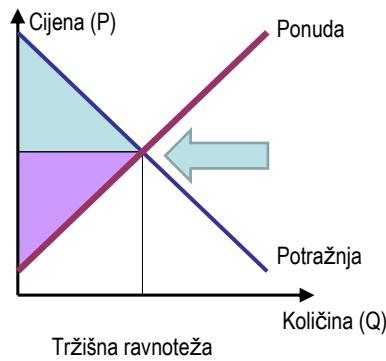
Društveno blagostanje definiramo kao zbroj viškova svih potrošača i profita svih proizvođača. Tom veličinom kvantificiramo sveukupnu korist koja se dobije trgovanjem. Društveno blagostanje najveće je kada je tržite u ravnoteži. To smo već vidjeli i na slide-u na kojem smo objasnili Pareto optimum.

Tržišna ravnoteža i društveno blagostanje



Ukoliko je cijena viša od ravnotežne, potrošač gubi dio svog viška, a proizvođač ostvaruje extra profit. No, gubitak potrošačevog viška je veći od extra profita proizvođača, tako da dolazi do gubitka društvenog blagostanja.

Tržišna ravnoteža i društveno blagostanje



Umjetno postavljena niska cijena:

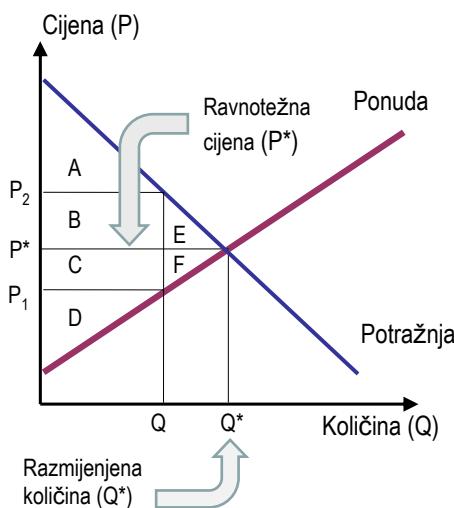
- manji proizvođačev profit
- veći potrošačev višak
- manje društveno blagostanje

S druge strane, ako je cijena niža od tržišne, profitira potrošač, ali gubi proizvođač i ukupan rezultat je opet gubitak društvenog blagostanja.



VAŠ DOMAĆI ZADATAK
(neobvezan ali koristan kao priprema za ispit....)

Gubitak društvenog blagostanja



- Analizirajte i kvantificirajte gubitak društvenog blagostanja ako je cijena P_1 , odnosno P_2
- Svoja rješenja možete provjeriti u knjizi ili mailom

Tržišna ravnoteža - sažetak

- **Cijena** = granični prihod proizvođača
= granični trošak proizvođača
= granični trošak potrošača
= granična korisnost potrošaču
- **Tržišna cijena varira s ponudom i potražnjom:**
 - ako se potražnja povećava
 - cijene se povećavaju preko korisnosti za neke potrošače
 - potražnja se smanjuje
 - uspostavlja se nova točka tržišne ravnoteže (ekvilibrij)
 - ako se potražnja smanjuje
 - cijena se smanjuje
 - neki proizvođači napuštaju tržiste
 - uspostavlja se nova točka ravnoteže tržišta
- **Nikad nestaćica**

Prednosti tržišta u odnosu na tarife

- Tarifa jest fiksna cijena nekog proizvoda
- Pretpostavimo da je **tarifa = prosječna tržišna cijena**
- **Razdoblje visoke potražnje**
 - Tarifa < nego granična korist i granični trošak
 - Potrošač nastavlja kupovati proizvod radije nego li da prijeđe na korištenje drugog proizvoda
- **Razdoblje niske potražnje**
 - Tarifa > nego granična korist i granični trošak
 - Potrošač ne prelazi s drugih proizvoda

Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

KONCEPTI IZ TEORIJE TVRTKI

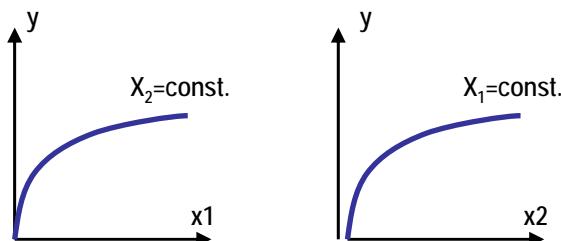
Pogledajmo sada malo detaljnije ponašanje tvrtki koje proizvode dobra kojima se trguje na tržištu.

Funkcija proizvodnje

$y = f(x_1, x_2)$, gdje je:

y – izlaz (*output*)

x_1, x_2 – čimbenici proizvodnje



Zakon opadajuće granične korisnosti

Zbog jednostavnosti, prepostavit ćemo da tvrtka proizvodi količinu y samo jednog proizvoda. Kako bi proizvela taj proizvod mora imati određene inpute, koje nazivamo **čimbenici ili faktori proizvodnje**.

PODSJETNIK: Podsetite se onoga što ste naučili u kolegiju Inženjerska ekonomika. **Koje su tri grupe čimbenika proizvodnje?**

Odgovor:

zemlja i prirodna dobra (*voda, energetski i neenergetski izvori*)

rad (*odnosno radno vrijeme utrošeno u proizvodnji*);

kapital (*trajna dobra ekonomije proizvedena zato da bi se pomoću njih proizvodila druga dobra – strojevi, ceste, željeznice, zgrade...*).

Prepostavit ćemo da naša tvrtka treba samo 2 čimbenika za svoju proizvodnju. Tada možemo napisati f -ju proizvodnje koja pokazuje ovisnost y o x_1 i x_2 . Da bismo saznali kakv oblik ima f -ju proizvodnje, držimo jedan čimbenik konstantnim i načrtamo promjenu y u ovisnosti samo o drugom čimbeniku.

PODSJETNIK: Podsetite se opet onoga što ste naučili u kolegiju Inženjerska ekonomika. **Što govori zakon opadajuće granične korisnosti?**

Odgovor: Veća količina bilo kojeg potrošačkog dobra je korisnija od manje količine, ALI: Svaka dodatna jedinica potrošačkog dobra je manje ili jednako korisna od prethodno konzumirane.

Zakon opadajuće granične korisnosti navodi da se iznos dodatne ili granične korisnosti smanjuje dok osoba troši više i više dobara. Tj. ukupna korisnost raste sa sve manjom stopom što trošimo više i više dobara.

Dugi i kratki rok

- Neki čimbenici proizvodnje mogu se prilagođavati
brže od drugih
 - Primjer: uporaba gnojiva vs. sadnja više stabala
- Na **dugi rok**: svi se čimbenici mogu promijeniti
- U **kratkom roku**: neki se čimbenici ne mogu
promijeniti, možemo ih smatrati konstantnim
- **Ne postoji opće pravilo** koje razdvaja dugi i kratki
rok

Objašnjenje primjera: Efekti pojačane uporabe gnojiva trebali bi se vidjeti već sljedeće sezone (npr. pojačani prinosi voćki). No, ako se odlučimo za sadnju više stabala, efekti će se vidjeti tek kada to drveće dovoljno naraste i "sazrije" da donosi prinose, što će vjerojatno potrajati par godina.

Ne postoji jasno definirana granica između dugog i kratkog roka. No ekonomisti dugim rokom smatraju rok u kojem svi čimbenici proizvodnje se mogu promijeniti i prilagoditi. S druge strane, u kratkom su roku neki faktori proizvodnje fiksnii.

Funkcija ulaz-izlaz (*input-output*)

$$y = f(x_1, \bar{x}_2), \rightarrow \bar{x}_2 = \text{konst}.$$

predstavlja krivulju proizvodnje.

Inverzna funkcija proizvodnje je ulaz-izlaz funkcija

$$x_1 = g(y), \rightarrow x_2 = \bar{x}_2$$

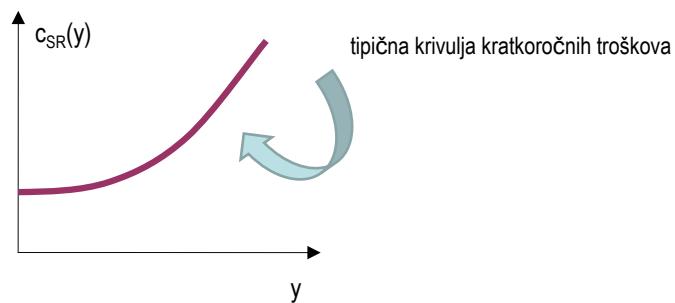
Primjer: količina goriva potrebna za proizvodnju određene količine električne energije u danoj elektrani

Pa pretpostavimo da je $x_2 = \text{konst}$. Onda će navedena f -ja predstavljati krivulju proizvodnje (tipičnu za kratki rok). Inverzna funkcija se naziva ulaz-izlaz f -ja (*input-output*).

Funkcija kratkoročnih troškova

$$c_{SR}(y) = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot \bar{x}_2 = w_1 \cdot g(y) + w_2 \cdot \bar{x}_2$$

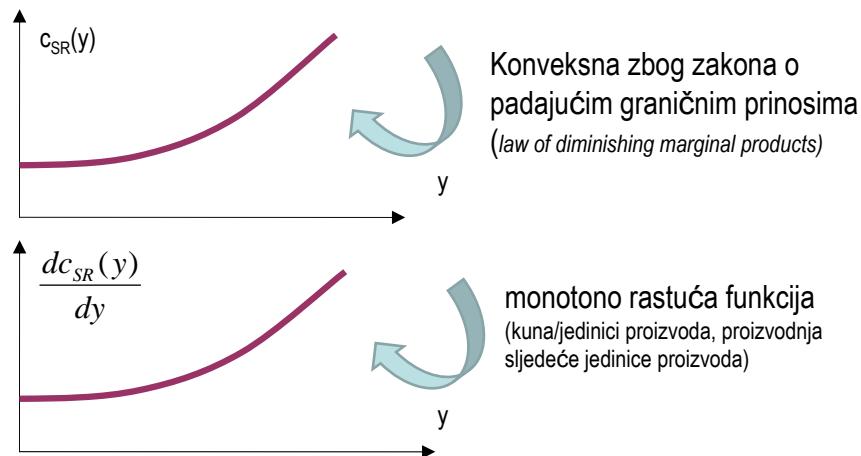
w_1, w_2 jedinični trošak čimbenika proizvodnje x_1, x_2 .



Sada možemo definirati f-ju kratkoričnih troškova proizvodnje. **Vidimo da je krivulja konveksna, a razlog leži u zakonu opadajuće granične korisnosti.**

Zašto? Opet ponovimo da zakon opadajuće granične korisnosti kaže da nam je svaka sljedeće konzumirana jedinica nekog proizvoda manje (ili jednako) korisna od prethodne, a to znači da nam je proizvodnja svake sljedeće jedinice proizvoda skuplja od prethodne, što upravo pokazuje oblik krivulje kratkoročnih troškova proizvodnje.

Funkcija kratkoročnih graničnih troškova



F-ja kratkoročnih **graničnih** troškova je prva derivacija f-je troškova proizvodnje i ona je monotono rastuća f-ja količine proizvoda. Granični toršak se izražava u novčanoj jedinici po jedinici proizvoda.

ZAPAMTITE: Ključan pojam u ekonomiji je "**graničan**" i uvijek označava "dodatak".

Optimalna proizvodnja

- Proizvodnja koja maksimizira profit

$$\max_y \{ p \cdot y - c_{SR}(y) \}$$



$$\frac{d\{p \cdot y - c_{SR}(y)\}}{dy} = 0$$



$$p = \frac{dc_{SR}(y)}{dy}$$



max. profit kada je tržišna cijena jednaka marginalnom trošku
(Samо ako cijena p (cijena) ne ovisi o y i uz uvjet savršene konkurenčije)

Poznavajući ove f-je možemo odrediti ponašanje proizvođača u kratkom roku na savršeno konkurentskom tržištu. Takvo tržište podrazumijeva situaciju u kojoj ni jedan proizvođač ne može utjecati na cijenu proizvoda i u biti može jedino raditi na tome da maksimizira svoj profit prilagodbom svog outputa.

Profit određujemo kao razliku proizvođačeve dobiti i troškova i postupak pronalaženja maksimuma matematički je poznat (izjednačimo prvu derivaciju f-je s nulom). Iz matematičkog izvoda vidimo da će tvrtka povećavati svoju proizvodnju do razine u kojoj se njezini granični troškovi izjednačavaju s tržišnom cijenom.

Kako to objasniti. Pa jednostavno – ako su granični troškovi tvrtke manji od tržišne cijene, to znači da ona može još proizvoditi i prodavati na tržištu kako bi si povećala profit. Vrijedi i suprotno –ako su joj granični troškovi veći, znači da posluje s gubicima i da treba smanjiti razinu proizvodnje, tj. da se treba riješiti proizvodnje tih zadnjih dodatnih jedinica proizvoda.

Troškovi: Pogled ekonomiste*

U kratkom roku troškovi su:

- **Varijabilni** (rad, sirovine , gorivo, transport)
- **Fiksni** (oprema, zemljište, režijski trošak - *overheads*)
- **Kvazi-fiksni** (gorivo potrebno za puštanje elektrane u pogon)
- Nepovratni vs. povratni troškovi
*pogled računovođe je da su troškovi: **kapitalni** (ulaganja u dugoročnu imovinu, koja služi poduzeću za proizvodnju) i **operativni** (potrošnja na svakodnevni pogon, izvođenje poslovnih aktivnosti)

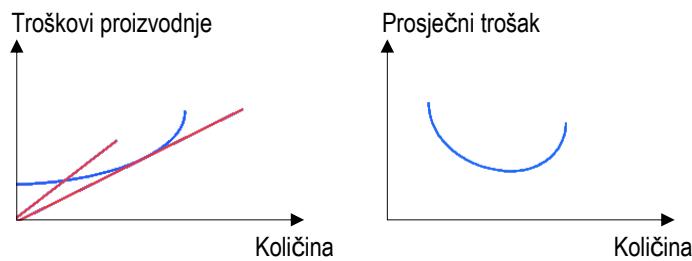


Fiksni troškovi ne ovise o količini proizvodnje, dok varijabilni ovise. Kvazi-fiksni troškovi su oni koje tvrtka ima ako proizvodi bilo koju količinu proizvoda, a ako ne proizvodi ništa onda ih nema.

Prosječni trošak

$$c(y) = c_v(y) + c_f$$

$$AC(y) = \frac{c(y)}{y} = \frac{c_v(y)}{y} + \frac{c_f}{y} = AVC(y) - AFC(y)$$



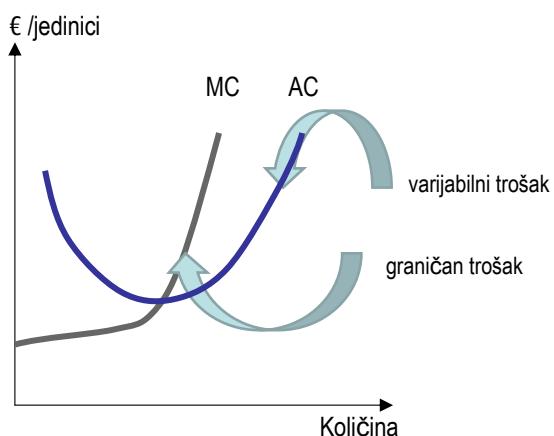
Dakle, f-ju troškova proizvodnje možemo napisati kao zbroj varijabilnih i fiksnih troškova. Prosječni trošak je trošak po jedinici proizvoda, tj. to je suma prosječnih varijabilnih i prosječnih fiksnih troškova. Zanima nas kako te krivulje izgledaju.

AFC (*average fixed costs*) su beskonačni za proizvodnju $y=0$, tj. su nula za beskonačno veliku proizvodnju, što znači da je f-ja AFC monotono padajuća.

Varijabilni troškovi rastu s porastom proizvodnje (to je samo po sebi jasno) tipično linearно, pa su AVC (*average variable costs*) za male razine proizvodnje konstantne. No, kako proizvodnja raste, prosječni varijabilni troškovi rastu, jer mora doći do povećanja inputa (ne mogu se faktori proizvodnje držati konstantnima jer to ograničava porast proizvodnje). Npr. Neka proizvodna tvrtka hoće povećati svoj *output* iznad onog za koji je projektirana – mora platiti radnike prekovremeno, mora češće održavati strojeve i sl.

AV (*average cost*) krivulja dakle kombinira ova dva efekta varijabilnih i fiksnih troškova i u konačnici poprima U-oblik kao na desnoj slici.

Granični vs. prosječni trošak

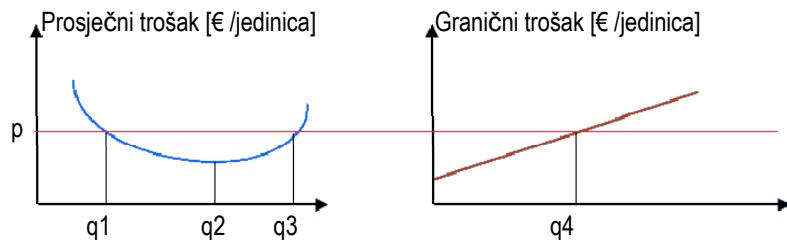


Izuzetno je bitno razlikovati prosječne i granične troškove. Obje veličine se izražavaju u novčanoj jedinici po jedinici proizvodnje, ali granični troškovi reflektiraju samo troškove zadnje proizvedene jedinice. Kako su fiksni troškovi stalni, oni ne pridonose graničnom trošku.

Slika prikazuje odnos graničnih i prosječnih troškova. Za niske razine proizvodnje, granični je trošak niži od prosječnog zbog utjecaja fiksnih troškova. S druge strane, za visoke razine proizvodnje granični je trošak viši od prosječnog. F-ja graničnog troška siječe f-ju prosječnog troška u njezinom minimumu.

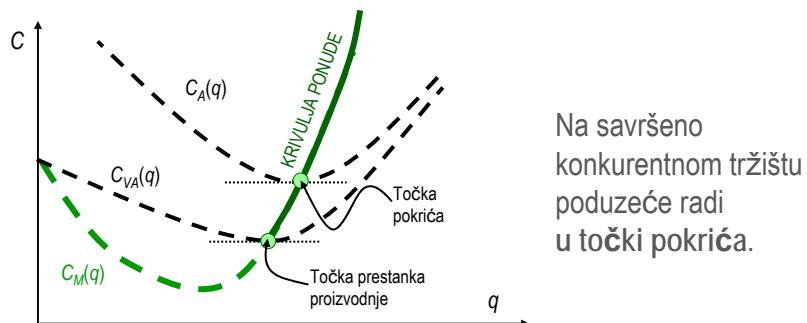
Kada prestati proizvoditi?

- Granični trošak (*marginal cost*) = trošak proizvodnje još jedne jedinice
- Ako je $MC > P$, sljedeća proizvedena jedinica košta više nego što donosi
- Ako je $MC < P$, sljedeća proizvedena jedinica donosi više nego što košta
- Profitabilno jedino u slučaju $q_4 > q_2$ zbog fiksnih troškova



Krivulja ponude poduzeća na savršeno konkurentnom tržištu

- Na konkurentnim tržištima definirana je **krivulja ponude poduzeća**, koja je jednaka krivulji graničnog troška desno od točke prestanka proizvodnje
- **Točka pokrića** je minimalan opseg proizvodnje kod kojega poduzeće na savršeno konkurentnom tržištu uspijeva nadoknaditi sve troškove, te zaraditi profit



Pravilo za ponudu tvrtke u savršenoj konkurenciji: Tvrta koja maksimizira profit proizvodić će na onoj razini na kojoj je granični trošak jednak cijeni.

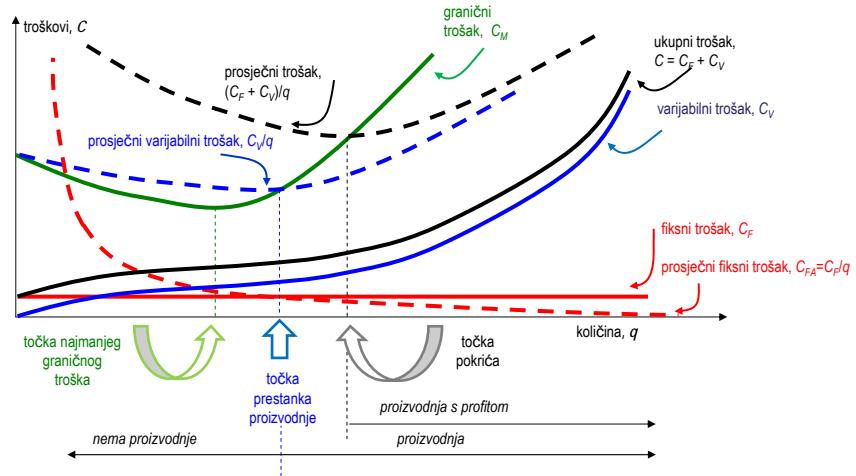
Zbog toga je krivulja ponude tvrtke ustvari njegova rastuća krivulja graničnog troška.

No, ovo opće pravilo ostavlja otvorenu mogućnost da cijena bude toliko niska da će tvrtka poželjeti prestati raditi. Općenito, tvrtke će prestati raditi u kratkom roku kada više ne mogu pokrивati svoje varijabilne troškove. **Pravilo prestanka rada:**

Pravilo prestanka rada: Kad cijena padne tako nisko da su ukupni prihodi manji od varijabilnog troška i kada je cijena manja od prosječnog varijabilnog troška tvrtka će minimizirati svoje gubitke prestankom rada.

Tvrta može imati interes i raditi u području između točke prestanka rada i točke pokrića – u tom će području ostvarivati gubitke, ali bi više gubilo da prestane raditi. Primjer su tvrtke u zračnom prometu koje imaju visoke fiksne troškove te im je vrlo često bolje nastaviti proizvoditi i uz gubitke nego biti samo prisiljeni plaćati visoke fiksne troškove.

Svi troškovi proizvodnje



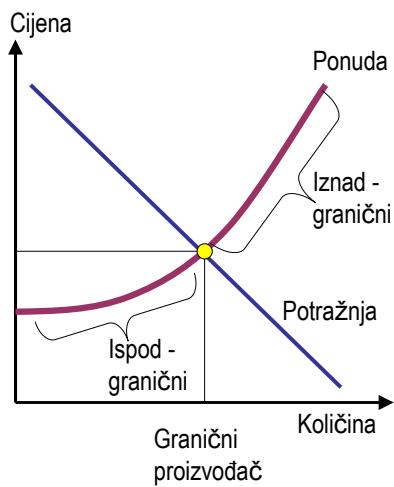
Sliak sažeto prikazuje sve što smo do sada rekli o ponašanju proizvodne tvrtke.

Troškovi: Pogled ekonomista

- Oportunitetni trošak:
 - koji bi bio najbolji način za potrošiti novac uložen u proizvodnju proizvoda?
 - neiskorištavanje prilike za prodaju proizvoda po višoj cijeni predstavlja oportunitetni trošak
- Primjeri:
 - Uzgoj jabuka ili uzgoj kivija?
 - Uložiti novac u uzgoj jabuka ili ga staviti u banku te zarađivati na kamatama?
- Uključuje "normalni profit"
- Prodaja "uz trošak" ne znači prodaju bez profita

Savršena (potpuna) konkurencija

- Količine kojima raspolaže svaki sudionik na tržištu su male u usporedbi s ukupnim količinama na tržištu
- Ni jedan sudionik na tržištu ne može utjecati na tržišnu cijenu svojim postupcima
- Svi tržišni sudionici djeluju kao "price takers" (sudionici koji svoju cijenu prilagođavaju tržišnoj)



Sve do sada samo promatrali odnose na tržištu savršene konkurencije, što najčešće nije slučaj, a pogotovo nije slučaj na tržištu električne energije.

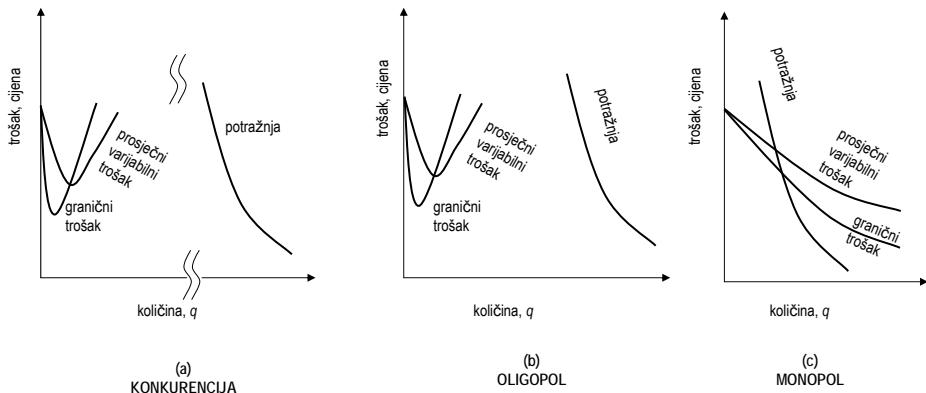
Primjer savršene konkurencije: poljoprivredni proizvodi (jako puno malih proizvođača, nediferencirani proizvod).

Nesavršena (nepotpuna) konkurencija

- Jedan ili više sudionika na tržištu može svojim aktivnostima utjecati na cijenu
- Strateški igrači:
 - sudionici s velikim tržišnim udjelom
 - mogu utjecati na tržišnu cijenu
- Konkurenti (manje tvrtke koje predstavljaju konkureniju dominantnoj tvrtci, strateškom igraču, na tržištu):
 - sudionici s malim tržišnim udjelom
 - uzimaju tržišnu cijenu
- *Cournotov i Bertrandov model konkurencije*

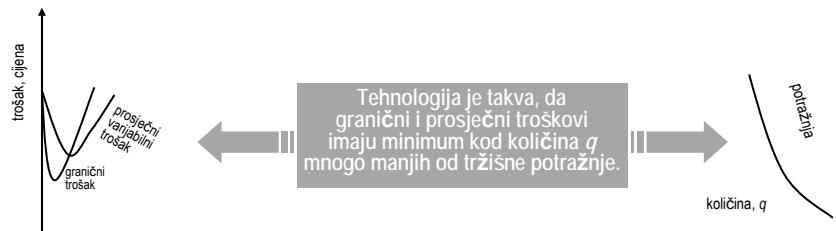
I proizvođači i potrošači mogu biti strateški igrači na tržištu. Osnovni oblici nesavršene konkurenčije su oligopol (više, ali ograničeni broj igrača) i monopol (samo jedan igrač).

Odnos tržišne potražnje i tehnologije proizvodnje



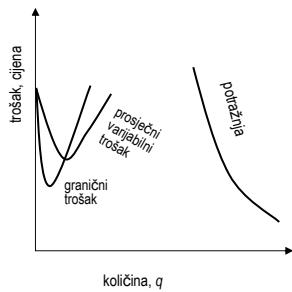
Ove slike pokazuju potražnju na tržištu i krivulje troškova pojedinačne tvrtke. U uvjetima potpune konkurenциje ni jedna tvrtka sama ne može zadovoljiti potražnju (zbog toga ovaj prekid na prvoj slici). U slučaju oligopola, tj. nekoliko velikih igrača na tržištu, oni zajednički mogu podmiriti potražnju i "raspodjeljuju" tržište među sobom. A u slučaju monopola, cjelokupnu potražnju zadovoljava samo jedan igrač.

Konkurentno tržište



- Pojedinačna poduzeća proizvode mnogo manje od tržišnih potreba
- Svaki učesnik je premali da bi utjecao na tržište. Svi prihvaćaju tržišnu cijenu ('price-takers'). Potražnja je vrlo elastična (u idealnom slučaju, savršeno elastična).
- Konkurentna tržišta su razmjerno rijetka (npr. sitni građevinski radovi, žito, kruh, malo ugostiteljstvo, tekstil, pisači pribor, papir, ...)

Oligopol



- Na tržištu ima mesta za mali broj učesnika
- 2 učesnika – duopol
- > 2 učesnika – oligopol
- **Oligopol je prevladavajuća tržišna struktura današnje ekonomije**

- Primjeri oligopola: telekomunikacije, bankarstvo, osiguranje, kozmetika, aeroindustrija, avio prijevoz, software, pelene,... itd...
- Određivanje krivulje ponude u oligopolu nije jednostavno
- Oligopolisti znaju ulaziti u formalne i neformalne dogovore oko podjele tržišta, održavanja razine cijena, i sl. (često protuzakonito)

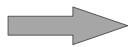
Oligopol

- Kompanije u oligopolu ulaze u kompleksne strateške interakcije.
- U novije doba monopolii se pretvaraju u oligopole *liberalizacijom* tržišta
 - “Prednost prvog ponuđača” (*First mover advantage*) – kompanija koja prva uđe u novo područje sama odabire svoju strategiju ulaza i prikuplja inicijalnu bazu korisnika (prvi korisnici su obično i najbolji, korisnici koji najviše troše)
 - Npr. prvi mobilni operator uvijek prikupi najviše poslovnih i bolje stopečih privatnih *postpaid* korisnika. Drugi operator u pravilu većinom prikuplja *prepaid* korisnike, koji manje troše. Treći operator je redovito orijentiran na *low-end* korisnike. Ulaskom trećega, prvi operator gubi manje od drugoga, jer ima bolju korisničku bazu

Cournotov model duopola

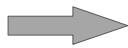
- Konkurenca po količini (tvrtke odabiru količinu proizvoda, koju nude na tržištu)
- Problem za tvrtku 1:

$$\max_{y_1} P(y_1 + y_2^e)y_1 - c(y_1)$$



$$y_1 = f_1(y_2^e)$$

- Sličan problem za tvrtku 2:



$$y_2 = f_2(y_1^e)$$

- *Cournotov ekvilibrij:*

$$y_1^* = f_1(y_2^*)$$

$$y_2^* = f_2(y_1^*)$$

Ni jedna tvrtka nema poticaj da odstupa od tržišne ravnoteže (ekvilibrija)

Prepostavimo da tvrtka 1 ocjenjuje da će proizvodnja tvrtke 2 biti y_2^e . Ona tada postavlja svoju proizvodnju na razinu y_1 koja će maksimizirati očekivani profit. $P(y_1+y_2^e)$ predstavlja tržišnu cijenu koja će biti rezultat ukupno očekivane količine $y_1+y_2^e$ na tržištu. Optimalna proizvodnja tvrtke 1 prema tome ovisi o procjeni proizvodnje tvrtke 2. Jednako tako, optimalna proizvodnja tvrtke 2 ovisi o procijenjenoj razini proizvodnje tvrtke 1 (y_1^e).

U početku ove procjene mogu biti vrlo netočne, no kako tvrtke promatraju i analiziraju tržište i prikupljaju sve više informacija, one poboljšavaju svoje procjene i prema tome prilagođavaju svoju proizvodnju. U konačnici, njihove proizvodnje dostižu Cournotov ekvilibrijum. Kada je on postignut, ni je dna tvrtka nema interes da promijeni svoj output.

Cournotov model oligopola

- Ukupan izlaz: $Y = y_1 + \dots + y_n$

- Tvrka i : $\max_{y_i} \{y_i \cdot P(Y) - c(y_i)\}$

$$\frac{d}{dy_i} \{y_i \cdot P(Y) - c(y_i)\} = 0$$

$$P(Y) + y_i \frac{dP(Y)}{dy_i} = \frac{dc(y_i)}{dy_i}$$

$$P(Y) \left\{ 1 + \frac{y_i}{Y} \frac{dP(Y)}{dy_i} \right\} = \frac{dc(y_i)}{dy_i}$$

$$P(Y) \left\{ 1 - \frac{s_i}{|\varepsilon(Y)|} \right\} = \frac{dc(y_i)}{dy_i}$$

Razlika u odnosu na
potpunu konkurenčiju
(kada je $s_i = 0$)

Što ako imam n tvrtki? Tvrta i želi maksimizirati svoj profit. $P(Y)$ predstavlja tržišnu cijenu tj cijenu određenu za cjeokupnu proizvodnju Y .

Desna strana posljednje jednadžbe predstavlja granični trošak proizvodnje tvrtke i . Ukoliko odnos y_i/Y definiramo kao s_i , što je tržišni udio tvrtke i ukoliko uočimo da je drugi faktor u vitičastoj zagradi ustvari elastičnost, dobivamo konačni izraz.

Cournotov model oligopola

$$P(Y) \left\{ 1 - \underbrace{\frac{s_i}{|\varepsilon(Y)|}}_{< 1} \right\} = \frac{dc(y_i)}{dy_i}$$

- Maksimalna profit se ostvaruje kada se radi s graničnim troškom manjim od tržišne cijene
- Mogućnost upravljanja cijenom je funkcija:
 - udjela u tržištu $s_i = y_i/Y$ i
 - elastičnosti potražnje $\varepsilon(Y)$
- $s_i = 1$ znači monopol, $s_i = 0$ neznatan udio igrača

Ovaj izraz nam razjašnjava da tržišni udio tvrtke nije zanemariv, već on maksimizira profit tvrtke postavljanjem proizvodnje na razinu u kojoj je njezin granični trošak manji od tržišne cijene. Jednadžba također pokazuje da niska cjenovna elastičnost potražnje i udio na tržištu omogućavaju jaču demonstraciju tržišne moći. Sposobnost jedne tvrtke da demonstrira tržišnu moć i poveća cijene koristit će i price-taking tvrtkama, ali neće koristiti potrošačima. Tu značajnu ulogu imaju regulatorne agencije, koje se uspostavljaju upravo s ciljem zaštite potrošača.

Primjer (1)

- Neka je krivulja potražnje zadana izrazom

$$q = -\frac{3}{2} * p + 150 \quad \text{odn. } p = -\frac{2}{3} * q + 100$$

i neka su proizvodni **troškovi jednaki nuli**

- Odredi (cilj je maksimalna dobit ponuđača):

- Gubitak društvenog blagostanja, proizvodnju i cijenu ako se na tržištu nalazi samo jedan proizvođač (**monopol**)?
- Gubitak društvenog blagostanja, proizvodnju i cijenu ako se na tržištu nalazi samo dva proizvođača (**duopol** uz Cournot uvjete)?
- Gubitak društvenog blagostanja, proizvodnju i cijenu ako se na tržištu nalazi neizmjerno ponuđača (**savršena konkurenčija**)?

Primjer (2)

- (1) Uz proizvodne troškove jednake nuli maksimalna bi količina trebala biti 150. No, ako **monopolista** (kartel) snabdijeva tržište on će nastojati maksimizirati profit

$$\begin{aligned}\pi &= q \cdot p = q \cdot (-2/3 \cdot q + 100) \mid \partial\pi/\partial q \\ \partial\pi/\partial q &= 100 - 4/3 \cdot q = 0\end{aligned}$$

Količina: $q = 75$ jedinica

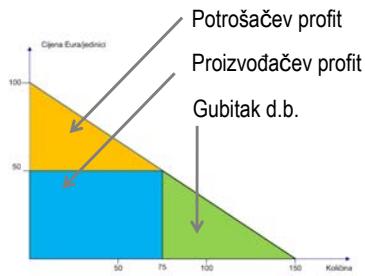
Cijena: $p = 50$ €/jedinici

Prihod: $\pi = 3750$ €

Gubitak društvenog blagostanja: $75 \cdot 50 / 2 = 1875$ €

Primjer (2a)

Monopol



Primjer (3)

- (2) Uz dvije kompanije i svaka želi maksimizirati profit:
 - Cournot model: Proizvođač zna krivulju potražnje i određuje svoj nastup temeljem nastupa konkurenčije.

$$\pi_1 = q_1 * (100 - 2/3 * (q_1 + q_2))$$

$$\pi_2 = q_2 * (100 - 2/3 * (q_2 + q_1))$$

$$\partial \pi_1 / \partial q_1 = 100 - 4/3 * q_1 - 2/3 * q_2 = 0$$

$$\partial \pi_2 / \partial q_2 = 100 - 4/3 * q_2 - 2/3 * q_1 = 0$$

Količina: $q_1 = q_2 = 50$ jedinica odn. ukupno $q = 100$ jedinica

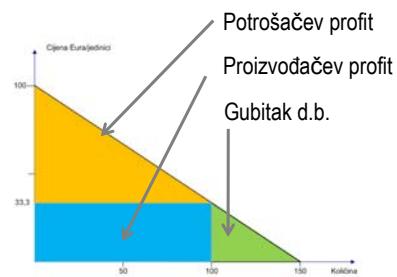
Cijena: $p = 33,33$ €/jedinici

Prihod: $\pi_1 = \pi_2 = 1666,66$ odn. ukupno $\pi = 1666,66$ €

Gubitak društvenog blagostanja: $833,33$ €

Primjer (3a)

Duopol



Primjer (4)

- (3) Uz N kompanija i gdje svaka želi maksimizirati profit:

$$\pi_1 = q_1 * (100 - 2/3 * (q_1 + q_{ost}))$$

$$\pi_2 = q_2 * (100 - 2/3 * (q_2 + q_{ost}))$$

.....

$$\partial \pi_1 / \partial q_1 = 100 - 4/3 * q_1 - 2/3 * q_{ost} = 0$$

$$q_{ost} = (n - 1) * q_1$$

$$100 - 4/3 * q_1 - 2/3 * (n - 1) * q_1 = 0$$

$$\text{uz } n \rightarrow \infty \text{ i } q_n \rightarrow 0$$

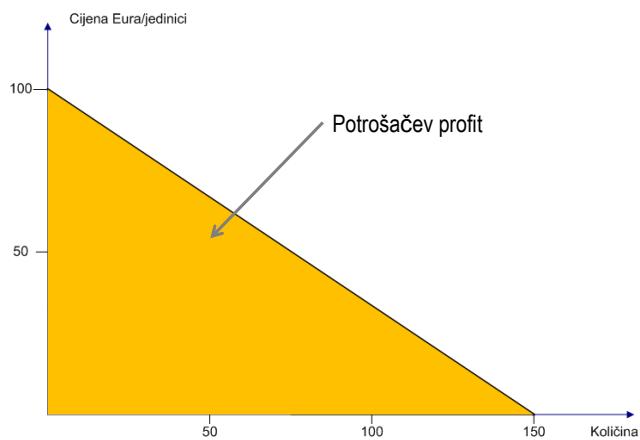
Količina: $q_1 = q_2 = \dots = q_n = 0$ jedinica odn. ukupno $q = 100$ jedinica

Cijena: $p = 0$ €/jedinici

Prihod: $\pi_1 = \pi_2 = 0$ odn. ukupno $\pi = 0$ €

Gubitak društvenog blagostanja: 0 €

Primjer (4a) – savršena konkurenčija



Bertrandov model duopola

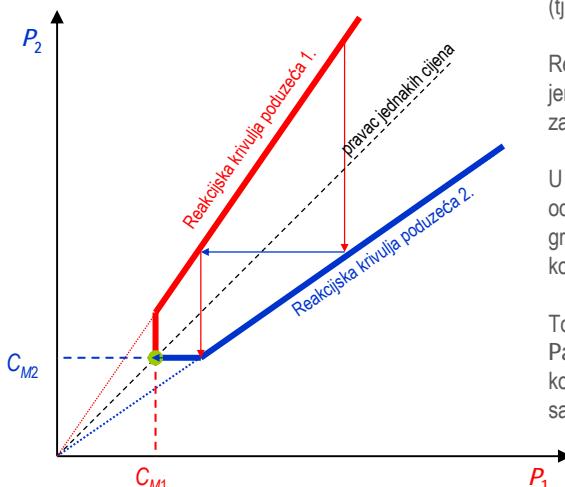
- Konkurenčija po cijeni (tvrtke odabiru cijenu, a ne količinu (Cournot))
- Tvrtka koja postavi najnižu cijenu dobiva cijelo tržište
- Nijedna tvrtka neće nuditi ispod svog graničnog troška, jer bi prodavala uz gubitak
- U točki tržišne ravnoteže (ekvilibrij) obje tvrtke prodaju po istoj cijeni, a ta je cijena granični trošak
- Ekvivalentno ekvilibriju u uvjetima potpune konkurenčije
- Je li to realističan model?

Promotrimo sada situaciju u kojoj dvije tvrtke proizvode identične proizvode i imaju identične granične troškove proizvodnje. Bertrandov model prepostavlja da tvrtke odabiru cijenu a tržištu prepuštaju odluku koju količinu će prodati. Ni jedna tvrtka ne može postaviti cijenu ispod svog graničnog troška proizvodnje, jer bi to rezultiralo gubitkom. Ako tvrtka 1 odluči postaviti cijenu iznad graničnog troška, tvrtka 2 može preuzeti cijelo tržište postavljanjem cijene ispod cijene tvrtke 1. A s obzirom da su proizvodi identični, svaki će kupac odabrati proizvod tvrtke koja je dala nižu cijenu. No, tada tvrtka 1 može postaviti cijenu ispod cijene tvrtke 2 itd. Drugim riječima, cijena konvergira graničnom trošku proizvodnje i on u biti predstavlja cijenu tržišne ravnoteže.

Bertrandov model

- Bertrandov model opisuje stratešku igru dvaju (ili više) poduzeća, u kojoj se ona bore za tržišnu prevlast provodeći “rat” cijenama
- Svi učesnici igre nude homogene (identične) proizvode
- Model podrazumijeva da su kupci savršeno dobro informirani, pa kupuju *isključivo od proizvođača koji nudi nižu cijenu.*
- Stoga onaj tko ponudi jeftinije osvaja čitavo tržište.
- Postoji li strateška ravnoteža u takvoj igri?

Bertrandov model



Pretpostavka: oba poduzeća imaju jednake granične troškove (tj. jednako su učinkovita).

Reakcijske krivulje su lomljene jer poduzeće ne može prodavati za cijenu nižu od graničnog troška.

U Nashovoj ravnoteži oba poduzeća određuju cijene točno na razini graničnog troška, i dijele tržišnu količinu prodaje po pola.

To se naziva Bertrandovim Paradoksom. Pojava samo jednog konkurenta dovodi do stanja kao u savršenoj konkurenciji. → Nerealno.

U praksi, tvrtke se ponekad "dogovaraju" o cijenama tako da maksimiziraju profit čitave industrije (tj. svih ponuđača istovjetnog proizvoda). S obzirom da su karteli zabranjeni, to su većinom nekakvi prešutni digovri i signali (npr. Objavljivanje cijena). Logika iza ovakvih postupaka: kratkoročno tvrtka će profitirati snižavanjem cijena konkurenata, ali dugoročno se može pokazati da je bolje, tj. u interesu svih tvrtki da se cijene održavaju višima.

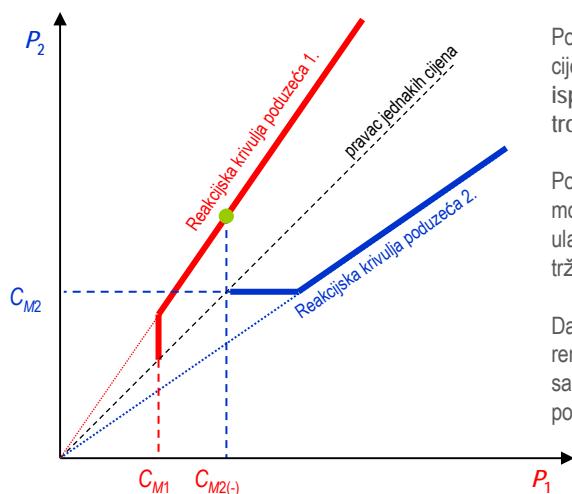
Bertrandov model

Pretpostavka: Poduzeće 2. ima veće granične troškove.

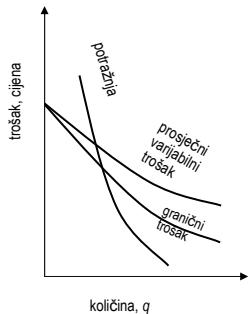
Poduzeće 1. može odrediti takvu cijenu, da ona bude tek malo ispod razine graničnog troška poduzeća 2.

Poduzeće 2. u tom slučaju nema mogućnost strateškog odgovora, ulazi u gubitak i propada (napušta tržiste).

Dakle, u Bertrandovom tipu konkurenčije na kraju može preživjeti samo jedno, i to nujučinkovitije, poduzeće. → Nerealno.



Monopol



- Tehnologija je takva, da jedno poduzeće može zadovoljiti cijelokupnu potražnju, radeći u području padajućih graničnih troškova => **Ekonomija veličine** (proizvodnja ispod razine kapaciteta; troškovi padaju s volumenom proizvodnje pri razinama koje odgovaraju tržišnoj potražnji).

- **Mrežne industrije** prijenos i distribucija električne energije i plina, lokalna telefonska mreža, vodovod, autoceste, Željeznica,
- **Prirodni monopol** industrija u kojoj je monopol ekonomski najefikasnija tržišna struktura.
- Zloupotreba monopolnog položaja nije dopuštena **državna regulacija industrije**.

70

Monopolist može postaviti cijenu iznad svojih graničnih troškova s ciljem ostvarivanja sve većeg profita. To je nepovoljno sa stajališta potrošača i rezultira time da se prodaje manje proizvoda nego što bi to bilo u slučaju konkurentnog tržišta. Jedan od mogućih načina rješavanja ovog problema je državna regulacija monopola. Idealno, regulator bi trebao postaviti cijenu koja je jednaka graničnom trošku monopolističke tvrtke, što nije lako jer regulator nema pristup svim informacijama kojima raspolaže monopolist. No, čak i kada bi regulator odredio točno tu cijenu, često ju je nemoguće uspostaviti jer bi to dovelo do bakrota monopolist.

Pogledajte sliku – sjecište krivulje graničnog troška i krivulje potražnje je u točki u kojoj je cijena niža od prosječnih troškova proizvodnje. Znači cijena bi trebala biti postavljena u toči sjecišta krivulje prosječnih troškova i potražnje.

Primjer

- Neka firma prodaje 1.000 cvrčaka po cijeni od 90 €/cvrčku i tako uprihodi 90.000 €
- Ako firma odluči smanjiti prodaju na 900 cvrčaka i ako cijena poraste firma **ima tržišnu snagu**
- Ako je cijena porasla na 100 €/cvrčku firma je uprihodila isti iznos ali uz veći profit (manji trošak proizvodnje)
- Da ne smanji proizvodnju može prodati 900 po 90, a 100 po višoj cijeni ako mu to povećava profit.



HVALA NA POZORNOSTI

Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

RIZICI, TRŽIŠTA I UGOVORI

Koncept rizika

- Budućnost je nesigurna
- Nesigurnost se prenosi u rizik
 - u našem slučaju, rizik od gubitka prihoda
- **Rizik = vjerojatnost x posljedice**
- Poslovati znači prihvatići “određeni” rizik (upoznati ga i s njime upravljati)
- Spremnost na preuzimanje rizika varira:
 - poduzetnik vs. umirovljenik
- Mogućnost kontrole rizika varira:
 - profesionalni trgovci vs. novi investitori

Rizik se definira kao mogućnost ostvarivanja neželjene, negativne posljedice nekog događaja, a kvantitativno se izražava preko izraza:

$$\text{RIZIK} = \text{VJEROJATNOST} \times \text{POSLJEDICE}$$

U ovom nas kolegiju naravno zanima rizik u poslovanju, odnosno više ćemo se orijentirati na **financijski rizik** nego na tehnički.

No, samo za informaciju, evo malo povijesti: Prve su se analize pouzdanosti i rizika počele provoditi tijekom 2. svjetskog rata u Njemačkoj zbog vrlo velike nepouzdanosti V-1 projektila. Tijekom 50-tih i 60-tih godina u SAD-u se razvija svemirski i nuklearni program, zbog čega se počinju provoditi ozbiljne vjerojatnosne analize, koje postaju dio inženjerske prakse. 1974. godine završena je vrlo detaljna analiza rizika nuklearnih elektrana u SAD-u "WASH-1400 *The Reactor Safety Study*", a metode primjenjene u toj studiji i danas su najčešće korištene, i to ne samo u nuklearnoj energetici, već i u brojnim procesnim industrijama.

Osnovni je cilj ovakvih analiza uočavanje mogućih opasnosti, njihova ocjena u smislu određivanja vjerojatnosti neželjenog događaja i njegovih posljedica, te razumljivo prikazivanje dobivenih rezultata. Najbolji je način prikazivanja rezultata njihova usporedba s rezultatima dobivenim za alternativne konfiguracije postrojenja, odnosno usporedba ocjenjenog rizika s drugim poznatim ili prihvatljivim rizicima. Upravo je u studiji WASH-1400 pokazano da je rizik od rada 100 nuklearnih reaktora u usporedbi sa sveukupnim rizikom od požara, eksplozija i avionskih nesreća mali.

Ipak, analize prihvatljivosti rizika pokazuju da su takvi rizici prihvatljiviji nego rizik od rada nuklearnih reaktora, a razlog je taj što ljudi prihvataju one rizike koji su poznati, prirodni, dobrovoljni ili se smatraju nužnima. Dakle, **percepcija i prihvatanje rizika** su vrlo bitne stavke u analizi i upravljanju rizicima.

Za info dodatak: **Aktuar** je stručnjak koji se bavi problemima finansijske neizvjesnosti i rizika koristeći matematičke metode teorije vjerojatnosti, statistike i finansijske matematike. Posao aktuara uključuje analizu podataka iz prošlosti, procjenu postojećih rizika i razvoj modela za projekciju budućih događaja.



Izvori rizika

- Tehnički rizik
 - nemogućnost proizvodnje ili isporuke zbog tehničkih problema
 - ispad elektrane, zagušenje u prijenosnoj mreži
- Vanjski (eksterni) rizik:
 - nemogućnost proizvodnje ili isporuke zbog kataklizmičkog događaja
 - vremenske prilike, potres, rat
- Cjenovni rizik:
 - primoranost na kupovinu po cijeni znatno većoj od očekivane
 - primoranost na prodaju po cijeni znatno manjoj od očekivane





Upravljanje rizicima

- Prevelik rizik sprječava ekonomsku aktivnost
 - ne mogu svi preživjeti kratkoročne gubitke
 - društvo profitira ako više ljudi preuzima rizik
 - poslovanje ne treba biti ograničeno na velike tvrtke s dubokim džepovima
- Kako upravljati rizikom:
 - smanjiti rizik
 - podijeliti rizik
 - realocirati (premjestiti) rizik



Smanjivanje rizika

- Smanjiti učestalost (vjerojatnost nastanka) ili posljedice tehničkih problema
 - oni koji to mogu, trebaju imati poticaje da to i učine!
 - vlasnici elektrana kada su ispadi rijetki
 - vlasnici i operateri prijenosnog sustava kada je zagušenje malo
- Smanjiti posljedice prirodnih katastrofa
 - projektirati sustave tako da mogu podnijeti rijetke događaje
 - dovoljan broj ekipa da mogu izvršiti popravke u EES-u nakon npr. uragana
- Izbjegavati nepotrebno velike promjene cijena
 - donijeti tržišna pravila koja ne stvaraju umjetne *peak*-ove cijene električne energije
- Treba se raditi samo do razumne granice

Regulacijom se stvara povjerenje u tržište – npr. određivanje max. i min. cijene regulativom.



Podjela rizika

- Osiguranje
 - svi članovi velike grupe plaćaju mali iznos kojim se kompenzira šteta malom broju koji su tu štetu pretrpili
 - posljedice katastrofalnih događaja dijele su u velikoj grupi, a ne između samo nekoliko oštećenih
- Granica (margina) sigurnosti rada EES-a
 - ograničava posljedice rijetkih, ali nepredvidivih događaja s katastrofalnim posljedicama
 - povećava dnevne troškove električne energije
 - operator ne mora platiti kompenzaciju u slučaju raspada sustava i nemogućnosti isporuke električne energije (eng. *blackout*)





Realokacija rizika

- Moguće samo ako je jedan subjekt više voljan ili sposoban preuzeti rizik
 - gubitak za taj subjekt nije katastrofalan
 - taj subjekt može nadoknaditi gubitak dobitcima iz nekih drugih aktivnosti
 - “Zlatno” pravilo *businessa*: rizik preuzima onaj tko s njim bolje zna upravljati
- Primjenjuje se većinom na rizik cijena
- Kako se to odražava na tržišta?

Veći igrači imaju bolju poziciju na tržištu, a strateško udruživanje mijenja i poziciju “malih”, koji od toga mogu višestruko profitirati.

Uvodno o vrstama tržišta i ugovorima

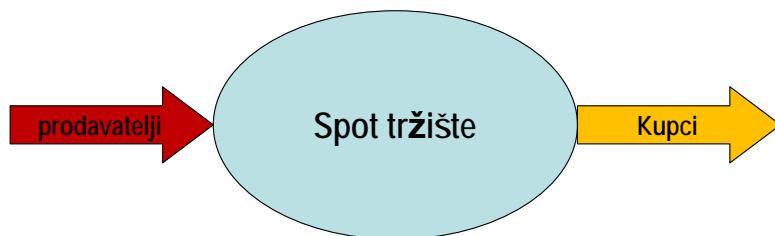
- Vrste tržišta
 - Kako tržište funkcioniра i koja mu je svrha?
- Tri ključne stavke koje određuju vrstu tržišta:
 - Datum isporuke dobra
 - Način dogovaranja cijene
 - Ostali uvjeti koji su bitni za transakciju
- Te se stavke određuju različitim vrstama ugovora između kupaca i ponuđača

Do sada smo tržišta razmatrali samo kao mehanizam uravnoteženja ponude i potražnje. No sada ćemo početi razmatrati kako tržišta mogu djelovati i kako različite vrste tržišta služe različitim svrham. Osim kvalitete, količine i cijene proizvoda, tri su još ključne stvari koje utječu na način postizanja dogovora između kupaca i ponuditelja, tj. koje utječu na način funkcioniranja tržišta odnosno vrstu tržišta:

- Datum isporuke dobra
- Način dogovaranja cijene
- Ostali uvjeti koji su bitni za transakciju

Te se stavke određuju različitim vrstama ugovora između kupca (potrošača) i prodavača (ponuditelja).

Spot tržište



- Tržište trenutačnih isporuka, promptno, tekuće tržište, “*On the Spot*”
 - Sporazum o cijeni
 - Sporazum o količini
 - Sporazum o lokaciji
 - Bezuvjetna isporuka
 - “Trenutačna” isporuka

Na “spot” tržištu, prodavatelji trenutačno isporučuju proizvod kupcima, a kupac odmah plaća za isporučenu robu. Nikakvi uvjeti nisu postavljeni za isporuku, što drugim riječima znači da se ni jedna strana ne može povući iz “pogodbe”. Tipični primjer spot tržišta je naravno tržnica. Tržnica na prvi pogled ima vrlo neformalna pravila, ali iza njih su stoljeća tradicije. Moderna spot tržišta primjerice za naftu ili kavu su malo sofisticiranija jer se trguje velikim količinama i komunicira se elektronički.

Najvažnija karakteristika ovog tržišta je **bezuvjetna isporuka**.

Dan-unaprijed tržište je vrsta spot tržišta relevantna za tržište električne energije, ali o tome na sljedećem predavanju detaljnije. Postoji i sat-unaprijed tržište, npr. za pokrivanje vršnog opterećenja.



Primjeri spot tržišta

- Primjeri:
 - tržište hranom → tržnica
 - osnovna kupovina (*shopping*)
 - Rotterdamsko spot tržište za naftu
 - tržište roba: kukuruz, pšenica, kakao, kava
- Formalno i neformalno

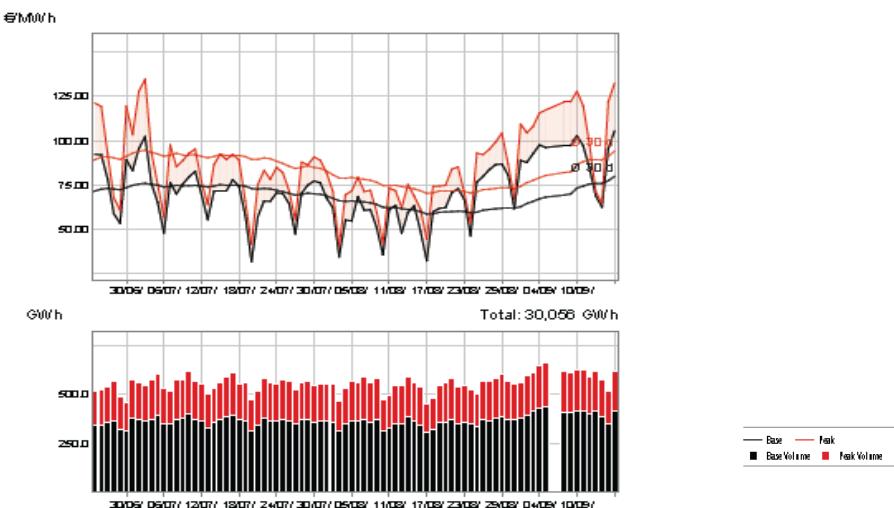


Prednosti i nedostatci

- Prednosti:
 - jednostavno
 - fleksibilno
 - trenutno
- Nedostatci:
 - cijene mogu znatno varirati ovisno o okolnostima na tržištu
 - primjer:
 - utjecaj mraza u Brazilu na cijenu zrna kave
 - utjecaj političke situacije na Bliskom istoku na cijenu nafte
 - Utjecaj količine vode na cijenu EE

Najveća prednost spot tržišta je njegova neposrednost. Ja, kao ponuditelj mogu odmah predati svu količinu proizvoda koju imam. Ja, kao kupac, mogu odmah kupiti količinu koja mi treba. Naglo povećanje potražnje ili smanjenje ponude značajno povisuje cijene, jer zalihe proizvoda koje su na raspolaganju za trenutačnu isporuku mogu biti ograničene. Vrijedi naravno i obratno. Spot tržišta također reagiraju i na novosti (prognoze) o budućoj raspoloživosti proizvoda.

3 mjeseca kretanje spot cijena na eex.com



Crvena krivulja predstavlja vršnu (peak) snagu koja se potraživala na tržištu, a bazni (baze) dio se odnosi na 24 sata – pokrivate aznu potrošnju električne energije.

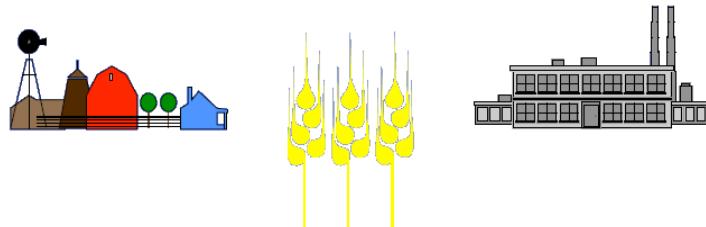


Rizici na spot tržištu

- Problemi sa znatnom varijacijom cijena:
 - mali proizvođači će možda morati prodavati po niskoj cijeni
 - mali kupci će možda morati kupovati po visokoj cijeni
- Moguć nedostatak dubine tržišta (likvidnost):
 - nedovoljno prodavatelja: tržište je plitko (*short*)
 - nedovoljno kupaca: tržište je duboko (*long*)
- Kupovanje ili prodavanje velikih količina kada je tržište plitko ili duboko može utjecati na cijenu
- Pouzdavanje u spot tržište za kupovinu ili prodaju velikih količina je loša ideja

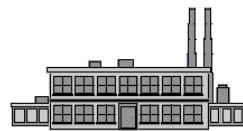
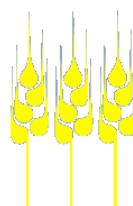
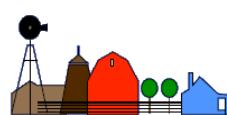
Povežite ovo s uvodnom pričom o rizicima – čitav je niz rizika koji prijete i prodavateljima i kupcima na spot tržištu. Upravo su se zbog izloženosti rizicima razvili drugi tipovi tržišta i ugovora.

Primjer: kupnja i prodaja pšenice

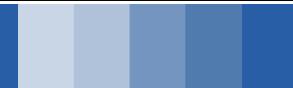


- **Poljoprivrednik** proizvodi pšenicu
- **Mlinar** kupuje pšenicu od koje radi brašno
- **Poljoprivrednik** snosi rizik lošeg vremena
- **Mlinar** snosi rizik kvara mlina
- Ni poljoprivrednik ni mlinar **ne kontroliraju cijenu pšenice**

Vrijeme žetve



- Ako je cijena pšenice niska:
 - moguća propast za poljoprivrednika
 - dobra prilika za mlinara
- Ako je cijena pšenice visoka:
 - dobra prilika za poljoprivrednika
 - moguća propast za mlinara



Što im je činiti?

- **Opcija 1:** prihvatiti trenutnu (*spot*) cijenu pšenice
 - ravno kockanju



- **Opcija 2:** sporazumjeti se unaprijed o cijeni koja je prihvatljiva za obje strane
 - *forward* (terminski, unaprijedni) ugovori



Forward *(unaprijedni) ugovor

- **Ugovara se:**
 - količina i kvaliteta
 - cijena
 - datum isporuke (nije trenutno dakle, **nije spot**)
 - **Plaćanje u trenutku isporuke**
 - **Bezuvjetna, obvezna isporuka**
- * **Unaprijednice** (eng. *forwards*) su **unaprijedni ugovori** (eng. *forwards contracts*) - nestandardizirani terminski ugovori.
- * **Ročnice** (eng. *futures*) ili **ročni ugovori** (eng. *futures contracts*) su burzovno utrživi standardizirani terminski ugovori



Nastavimo primjer poljoprivrednika i mlinara. Poljoprivrednik je jako zainteresiran dogоворити продју (по доброј цјени) пшенице и пре жетве, јер си тако смањује ризик. С друге стране, и мливар жељи смањити ризик од куповине пшенице по високим цјенама (речимо ако буде несташица због природних непогода) и осигурати сировину за своју дјелатност. Стога ће полјопривредник и мливар склопити уговор у којем ће дефинирати:

- Квалитету и количину пшенице
- Датум испоруке
- Датум плаћања
- Пенале за обе стране, ако не испоштују увјете уговора
- Цјену

Како ће се договорити за цјену?? Погледајмо на примеру...

Forward (unaprijedni) ugovor



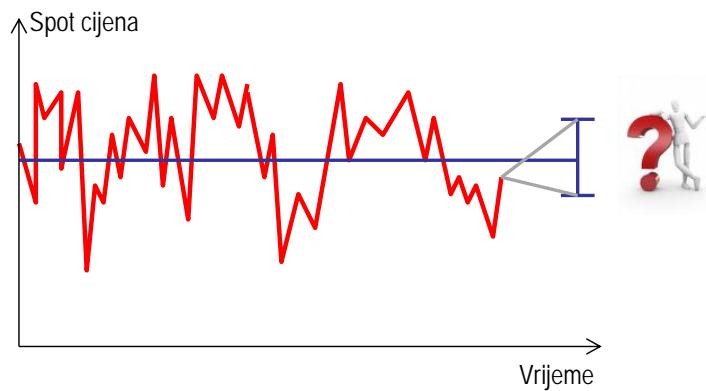
Ugovor (1. lipnja)
1 tona pšenice po €100
na 1. rujna

Trenutak realizacije ugovora (1. rujna)
prodavatelj isporučuje 1 tonu pšenice
Kupac plaća €100

Cijena na spot tržištu = € 90
"Profit" prodavatelja = €10

Kako se određuje unaprijedna (*forward*) cijena?

- Obje strane gledaju svoje alternative: *spot* cijenu
- Obje strane prognoziraju kakva će biti *spot* cijena



Kako će se dogovoriti za cijenu??

Pa i jedan i drugi će raditi procjene, tj. pokušat će odrediti kolika će biti spot cijena na datum isporuke i to na temelju historijskih podataka i procjene ostalih parametara. Dogovorena cijena može se naravno razlikovati od najbolje procjene ponuditelja i kupca, a to ovisi o pregovaračkim sposobnostima i spremnosti na rizik.



Slučaj 1

- Poljoprivrednik procjenjuje da će cijena na spot tržištu **biti €100**
- Mlinar također procjenjuje da će cijena na spot tržištu **biti €100**
- Mogu se dogovoriti za unaprijednu (*forward*) cijenu **€100**



Slučaj 2

- Poljoprivrednik procjenjuje da će cijena na *spot* tržištu **biti €90**
- Mlinar procjenjuje da će cijena na *spot* tržištu **biti €110**
- Mogu lako dogovoriti unaprijednu (*forward*) cijenu negdje **između €90 i €110**
- Točna cijena će ovisiti o sposobnosti pregovaranja



Forward ugovori omogućavaju objema stranama da trguju po prihvatljivim cijenama i na taj način dijele cjenovni rizik. Ponekad dugogodišnji partneri mogu ući u takve ugovore u kojima će se definirati premija iznad ili ispod spot cijene – ona strana koja dobije premiju je nagrađena za preuzimanje rizika.



Slučaj 3

- Poljoprivrednik procjenjuje da će cijena na *spot* tržištu **biti €110**
- Mlinar procjenjuje da će cijena na spot tržištu **biti €90**
- Vrlo je vjerojatno da će se teško postići dogovor oko unaprijedne cijene (mlinar treba plasirati svoje proizvode na tržište)



Dijeljenje rizika

- U *forward* ugovorima kupac i prodavatelj dijele rizik da će cijena odstupati od njihovih očekivanja
- Razlika između ugovorne cijene i cijene na spot tržištu u trenutku isporuke predstavlja “**profit**” za jednu stranu, odnosno “**gubitak**” za drugu
- No, u međuvremenu su bili u mogućnosti nastaviti svoje poslovanje
 - kupiti nove poljoprivredne strojeve
 - prodavati brašno pekarama

Ukoliko je spot cijena u trenutku isporuke veća od ugovorene cijene, onda forward ugovor predstavlja gubitak za prodavatelja, a dobitak za kupca, a vrijedi naravno i obratno. Iako su to samo gubici odnosno profiti “na papiru”, ipak oni smanjuju konkurentnost tvrtke jer je ona kupila ili prodala proizvod po cijeni lošoj od nekih konkurenata.



Stavovi prema riziku (1)

- Pretpostavimo da obje strane predviđaju istu cijenu na *spot* tržištu u vrijeme isporuke
- Jednaka stajališta prema riziku
 - *forward* cijena je jednaka očekivanoj cijeni na *spot* tržištu
- Razlika između očekivane *spot* cijene i *forward* cijene zove se **premija**



Stavovi prema riziku (2)

- Ako je **kupac skloniji riziku od prodavatelja**
 - kupac može ugovoriti (ispregovarati) *forward* cijenu **nižu** od očekivane cijene na spot tržištu jer
 - prodavatelj pristaje na nižu cijenu jer to umanjuje njegov rizik (prodavatelj je spremam "platiti" premiju da smanji rizik)
- Ako je **prodavatelj skloniji riziku od kupca**
 - prodavatelj može ugovoriti (ispregovarati) *forward* cijenu **višu** od očekivane cijene na spot tržištu jer
 - kupac pristaje na tu višu cijenu jer smanjuje njegov rizik (kupac je spremam "platiti" premiju da smanji rizik)
- Dakle, bolju cijenu postiže ona strana koja je sklonija riziku

Npr. ako je poljoprivrednik zabrinut zbog mogućnosti niske cijene na spot tržištu na datum isporuke, on može pristati na nižu cijenu od one koju je doista procijenio – razliku između njegove očekivane cijene i one na koju je ugovorom pristao nazivamo **premija** – to je razlika koju je spremam platiti da smanji svoj rizik od potencijalno još niže cijene na spot tržištu. Vrijedi i suprotno, ako se mlinar boji jako visoke cijene, tada će poljoprivrednik moći dobiti i višu cijenu od one koju je "realno" ocijenio, pa je to onda premija iznad očekivanja.

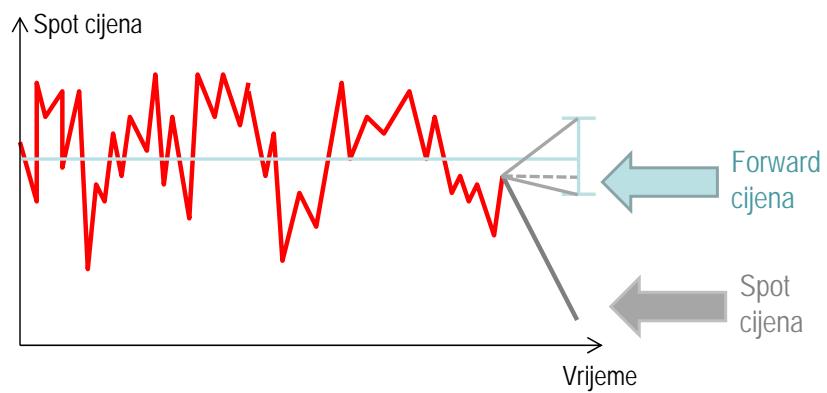


Forward tržišta

- Kako je mnogo mlinara i poljoprivrednika, moguće je organizirati tržište *forward* ugovora
- Unaprijedna (*forward*) cijena predstavlja agregirana očekivanja cijene na spot tržištu, plus ili minus premija rizika

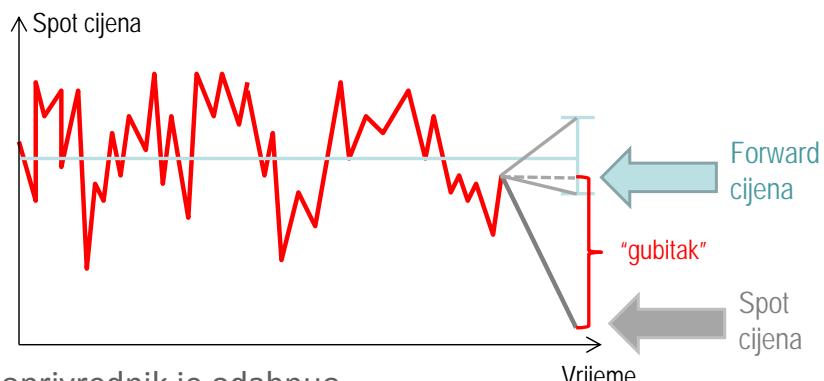


Što ako ...



- Prepostavimo da su mlinari skloniji riziku
- Premija je ispod očekivane cijene na spot tržištu
- Spot cijena bude znatno manja od *forward* cijene zbog obilne žetve

Što ako ...



- Poljoprivrednik je odahnuo...
- Mlinar je pretrpio veliki "gubitak"
- Sljedeće godine mlinar zahtjeva mnogo veću premiju
- Hoće li dogovor između mlinara i poljoprivrednika biti moguć?

Vjerojatno će poljoprivrednik tražiti druge kupce, tj. mlinar druge dobavljače \Rightarrow ako ima dovoljan broj poljoprivrednika i mlinara, razvit će se forward tržiste, tj postojat će velik broj potencijalnih partnera u forward ugovorima.



Nediverzificirani rizik

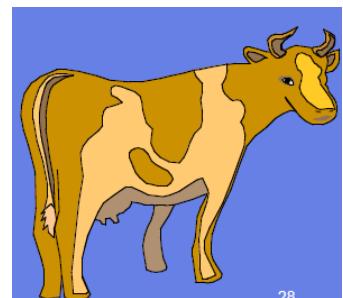
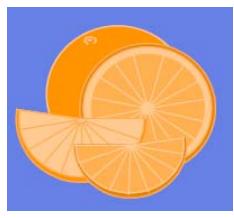
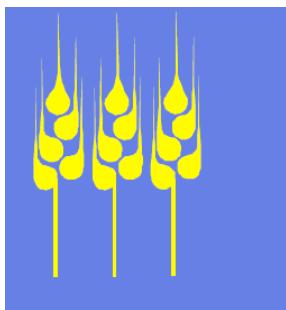
- Poljoprivrednici i mlinari trguju samo s pšenicom
- Njihov je rizik nediverzificiran
- Imaju “dobre godine” i “loše godine”
- Rizik ostaje visok
- Daljnje reduciranje rizika pomoglo bi poslovanju





Diverzifikacija

- Diverzifikacija: poslovati s više od jednim proizvodom
- Rizik se uprosjećuje zbog različitih proizvoda



28



Fizički sudionici vs. trgovci



- Fizički sudionici
 - proizvode, konzumiraju ili mogu skladištiti neku robu
 - suočavaju se s nediverzificiranim rizikom jer posluju samo s jednom vrstom roba
- Trgovci (znani i kao “speculators”)
 - ne mogu primiti fizičku isporuku robe
 - diversificiraju svoj rizik jer posluju s brojnim vrstama roba
 - specijalizirani su za upravljanje rizikom

Sudjelovanje na tržištu ne mora biti ograničeno na one tvrtke koje proizvode i koje konzumiraju neki proizvod. Postoje i trgovci ili spekulatori koji ne mogu primiti fizičku isporuku robe – oni u biti trguju standardiziranim forward ugovorima.

Zašto bi se uopće omogućilo trgovanje ugovorima. Pa vratimo se opet na naš primjer. Pretpostavimo da je mlinar shvatio da mu neće trebati sva pšenica za koju imam zaključen forward ugovor. Umjesto da čeka datum isporuke i onda proda pšenicu na spot tržištu nadajući se da će cijena biti povoljna, on može prodati forward ugovor. Taj ugovor može kupiti neki poljoprivrednik koji je procijenio da će mu žetva biti slabija od očekivane i da neće moći isporučiti ugovorenu količinu pšenice. Pa umjesto da čeka datum isporuke i nada se povoljnoj cijeni na spot tržištu da kupi dodatne količine pšenice, on kupuje forward ugovor od našeg mlinara.

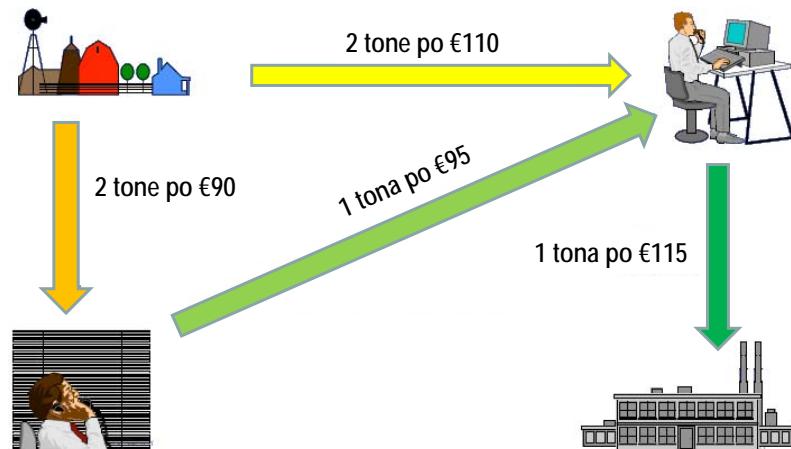
Trgovanje spekulatora

- Ne mogu preuzeti fizičku isporuku robe
- Moraju uravnoteživati svoju poziciju na dan isporuke
 - kupljena količina mora biti jednaka prodanoj količini
 - kupuju ili prodaju na *spot* tržištu ako je potrebno
- Mogu uključivati brojne transakcije
- *Forward* ugovori ograničeni su na subjekte koji mogu preuzeti fizičku isporuku
- Potrebni su **standardizirani ugovori** da se smanje troškovi trgovanja: **ročnice (*future contract*)**
- *Future* ugovori (*futures*, ročnice) omogućavaju drugima sudjelovanje na tržištu i podjelu rizika

Spekulatori su u biti posrednici u ovakvoj kupoprodaju ugovora. Kako takvi ugovori ne podrazumijevaju fizičku isporuku, oni se više ne zovu forward nego futures.

Ali zašto bi se netko bavio ovime, nije li to kockanje? Naime, cijena u forwardu ugovoru u biti predstavlja očekivanu cijenu na spot tržištu. Spekulatori zato moraju imati neku kompetitivnu prednost da bi se bavili ovakvim poslom. A to je obično da su spekulatori manje neskloni riziku od ostalih sudionika na tržištu. Oni očekuju i više profite i zato mogu "podnijeti" i povremene visoke gubitke. U biti, tvrtke koje su nesklone rizicima "nagradjuju" spekulatore za njihovo preuzimanje rizika. Osim toga, većina spekulatora se ne ograničava samo na jedan proizvod. Osim toga, spekulatori povećavaju likvidnost tržišta, tj. fizički sudionici lakše pronalaze partnera na tržištu.

Ročnice (Futures contracts) (1)

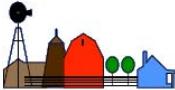


Svi ugovori za pšenicu na dan 1.rujna

Poljoprivrednik je ugovorio svoju prodaju za 1.rujna, a nakon toga mu ostaje samo da 1. rujna isporuči te količine negdje. Spekulatori dalje trguju kako je prikazano na ovoj i sljedećim slikama.

Ročnice (Futures contracts) (2)

Malo prije 1.rujna


 prodao 2 tone po €110
 prodao 2 tone po €90

 kupio 2 tone po €90
 prodao 1 tonu po €95

Spot cijena €100

kupio 2 tone po €110
 kupio 1 tonu po €95
 prodao 1 tonu po €115



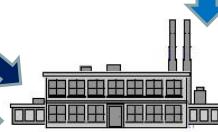
prodaje 2 tone po €100

isporučuje 4 tone

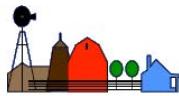


prodaje 1 tonu po €100

Kupio prethodno 1 tonu po €115



Ročnice (Futures contracts) (3)



prodao 2 tone po €110
prodao 2 tone po €90

kupio 2 tone po €110
kupio 1 tonu po €95
prodao 1 tonu po €115
prodao 2 tone po €100
neto profit: € 0



kupio 2 tone po €90
prodao 1 tonu po €95
prodao 1 tonu po €100
neto profit: € 15

Spot cijena €100



kupio 1 tonu po €115
kupio 3 tone po €100





Važnost informacija

- Spekulatori imaju u vlasništvu dio robe prije isporuke
- Oni snose rizik promjene cijene tijekom tog razdoblja
- Trebaju duboke džepove
- Bez dodatnih informacija, to je kockanje!
- Informacije pomažu spekulatorima da zarade novac
- Primjer:
 - svjetska očekivanja u vezi žetve pšenice
 - dugoročna vremenska prognoza i njezin utjecaj na potražnju plina i električne energije



Opcije

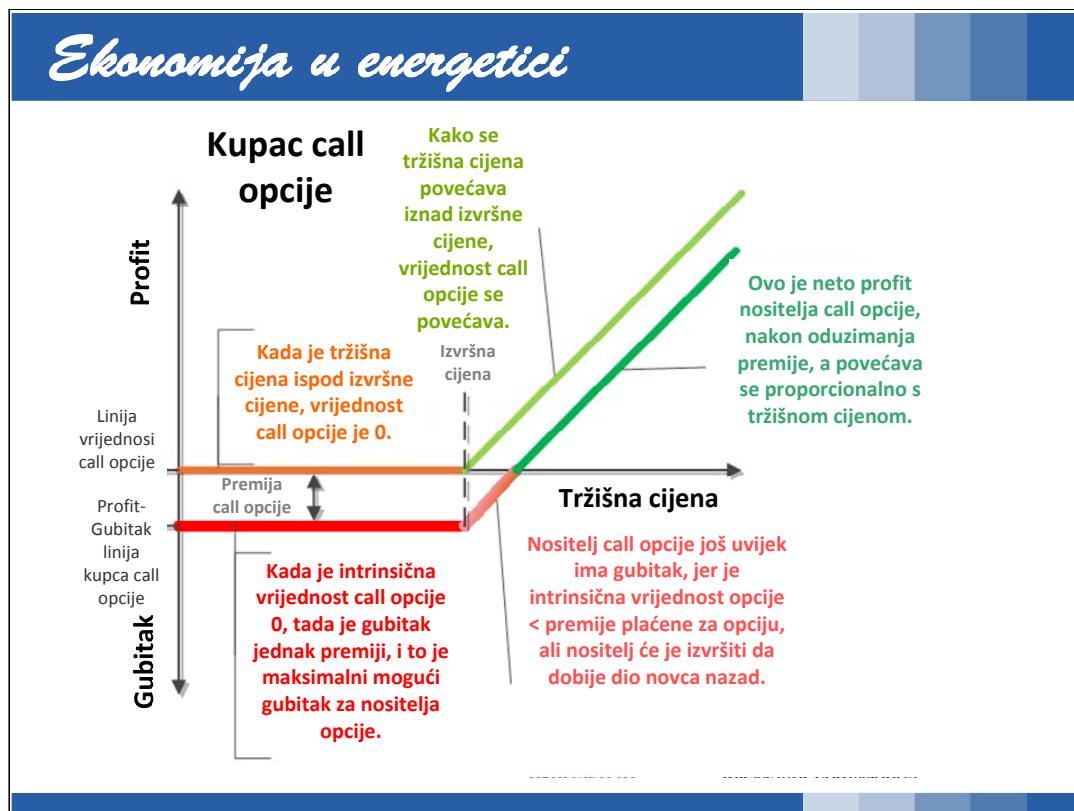
- *Spot, forward i future* ugovori: bezuvjetna, obvezna isporuka
- Opcije: uvjetna isporuka (predstavlja pravo, ali ne i obvezu kupca)
 - **call opcija:** pravo na *kupovinu* po određenoj cijeni u određenom trenutku
 - **put opcija:** pravo na *prodaju* po određenoj cijeni u određenom trenutku
- Dva elementa cijene:
 - izvršna ili isklična cijena = cijena plaćena kada se opcija izvršava
 - premija ili naknada na opciju = cijena plaćena za samu opciju

Ugovori koje smo do sada upoznali imaju zajedničku karakteristiku – isporuka je konačno bezuvjetna. Prodavatelj koji ne može isporučiti dogovorenu količinu mora je kupiti na spot tržištu, a isto tako kupac koji ne može primiti svu količinu mora je prodati na spot tržištu.

U nekim slučajevima, sudionici na tržištu mogu preferirati uvjetnu isporuku, tj. ugovor se izvršava samo ako nositelj ugovora zaključi da je to u njegovom interesu. Takvi se ugovori nazivaju opcije. Razlikujemo call (pravo na kupovinu) i put (pravo na prodaju) opcije.

Hoće li vlasnik opcije iskoristiti svoje pravo ovisi o spot cijeni. To pravo on izvršava po izvršnoj cijeni. Cijena po kojoj se sklapa opcijski ugovor je cijena same opcije.

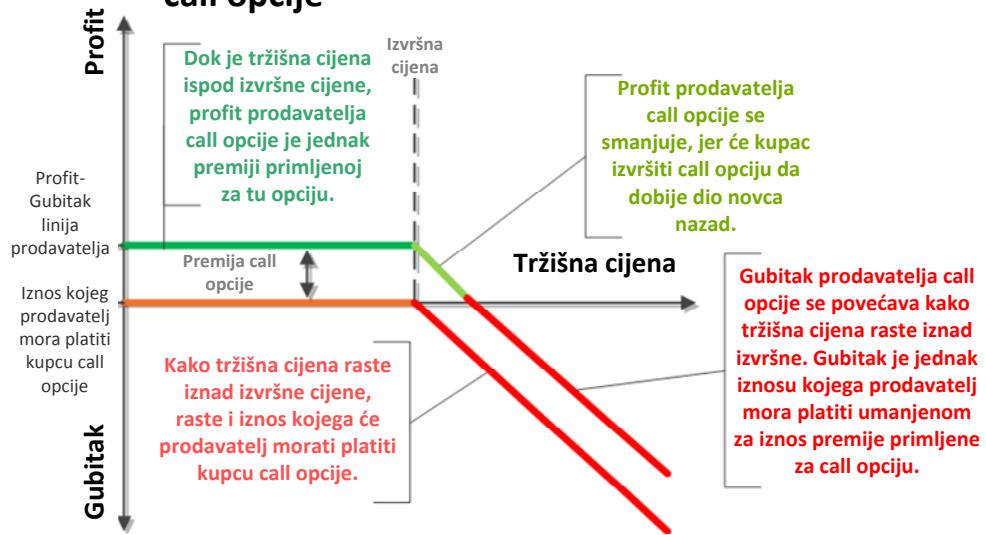
Ekonomija u energetici



Kupac – prodavatelj opcije:

Kupac opcije (option holder) može dotičnu opciju izvršiti do dana njenog dospijeća (exercise day). Prodavatelj opcije (option writer) obvezan je uvažiti sve stavke iz ugovora o dotičnoj opciji. Kako kupac ima pravo a prodavatelj obvezu, tada kupac prodavatelju plaća premiju (option premium) što predstavlja cijenu ili vrijednost opcije.

Prodavatelj call opcije

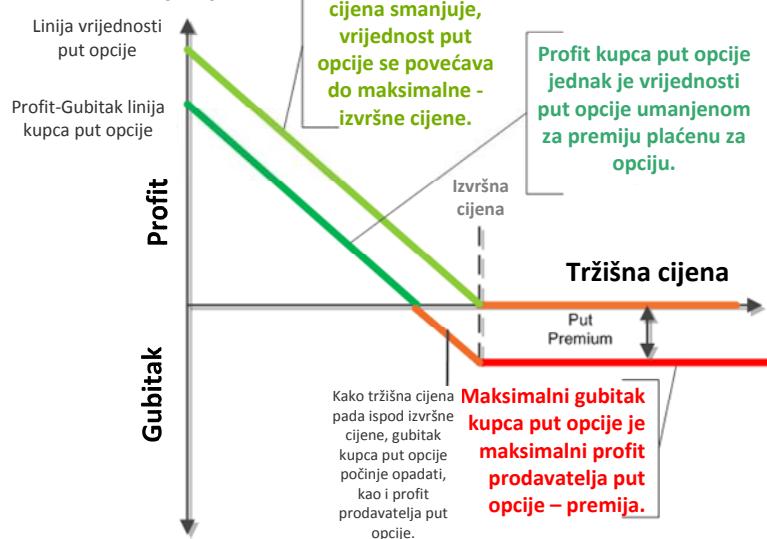


Uočite da je profit kupca call opcije jednak gubitku prodavatelja call opcije i obratno.

Primjer *call* opcije

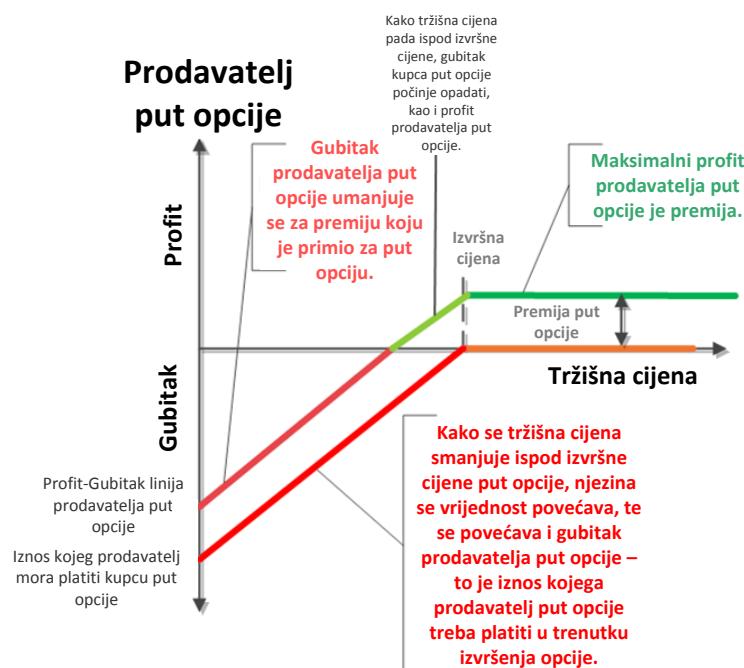
- *Call* opција с извршном цјеном €100 (**K**) + накнаду (*option fee*)
- Ускоро истиче
- Ако је цјена на spot (**S**) тржишту €90 опција је безвrijedна
- Ако је цјена на spot тржишту €110 опција vrijedi € 10 (с правом на купњу по €100 robe чје је vrijedност €110)
- dakle, **max ((S-K)⁺; 0)**
- Носитељ опције **зарађује** ако је **vrijednost опције > накнаде за опцију**

Kupac put opcije



Ekonomija u energetici

Prodavatelj put opcije





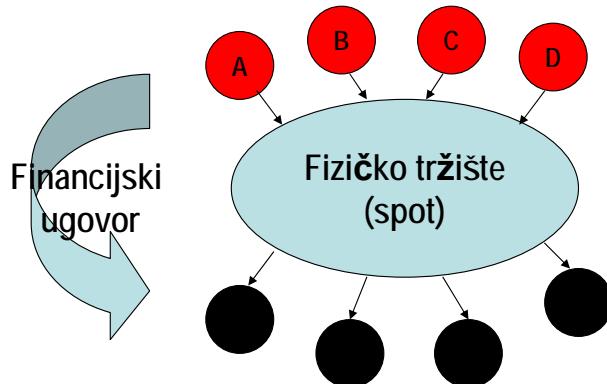
Primjer **put** opcije

- Put opcija s izvršnom cijenom €100 (**K**) + naknadu (*option fee*)
- Uskoro ističe
- Ako je cijena na spot tržištu (**S**) €90 opcija vrijedi €10 (s pravom na prodaju po €100 kada roba vrijedi €90)
- Ako je cijena na spot tržištu €110 opcija je bezvrijedna
- dakle, **max ((K-S)⁺; 0)**
- Nositelj opcije **zarađuje** ako je **vrijednost opcije < naknade za opciju**



Financijski ugovori

- Ugovori bez ikakve fizičke isporuke



Proizvođači i potrošači nekih dobara smiju ponekad trgovati samo preko centraliziranih tržišta, tj. ne smiju ulaziti u bilateralne ugovore, što znači da nemaju mogućnost koristiti forward, futures ili opcije kako bi smanjili svoju izloženost riziku. U takvom slučaju pribjegava se čisto financijskim ugovorima, bez ikakve fizičke isporuke. Tu se radi o ugovorima za razlike.

Ugovor za razlike (*contract for difference*)

- Kombinacija *call* i *put* opcije za istu cijenu → uvijek će se koristiti
- **Primjer 1:** ugovor za razliku za 50 jedinica po €100
 - cijena na spot tržištu = €110
 - kupac plaća €5500 na *spot* tržištu
 - prodavatelj dobiva €5500 na *spot* tržištu
 - prodavatelj plaća kupcu €500
 - kupac efektivno plaća €5000
 - prodavatelj efektivno dobiva €5000

Drugim riječima, ugovor za razlike je kombinacija call i put opcija s istom izvršnom cijenom. Ukoliko tržišna cijena nije upravo jednaka izvršnoj cijeni, jedna od tih opcija će sigurno biti izvršena.



Ugovor za razlike (2)

- **Primjer 2:** ugovor za razliku za 50 jedinica po €100
 - cijena na *spot* tržištu = €90
 - kupac plaća €4500 na *spot* tržištu
 - prodavatelj dobiva €4500 na *spot* tržištu
 - kupac plaća prodavatelju €500
 - kupac efektivno plaća €5000
 - prodavatelj efektivno dobiva €5000
- Kupac i prodavatelj “izolirani” od spot tržišta





Burze

- “Mesta” gdje se trguje
- Mogu biti elektroničke
- Trgovanje
 - *Spot*
 - *Forwards*
 - *Futures*
 - Opcije
- Sudionici moraju imati kreditna jamstva
- Potrebna su pravila i mehanizmi kontrole





HVALA NA POZORNOSTI

Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

ORGANIZACIJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Specifičnosti EE kao proizvoda *cont.* (1)

- EE je čvrsto povezana s fizičkim sustavom opskrbe:
- fizički sustav opskrbe djeluje znatno brže od bilo kojeg tržišta
- proizvodnja mora biti jednaka potrošnji u svakom trenutku
- neravnoteža dovodi do “rušenja” sustava (*blackout*)
- ekonomske posljedice “rušenja” sustava su iznimno velike (VoLL
– *Value of Lost Load* i do 100 puta veći od isporučene EE)
- ravnotežu je potrebno održavati bez obzira na cijenu EE
- fizička se ravnoteža stoga **ne smije prepustiti samo tržištu**

Specifičnosti EE kao proizvoda cont. (2)

- EE koju proizvode razni proizvođači se združuje
 - sam proizvođač ne može usmjeriti EE određenom potrošaču
 - sam potrošač ne može odabrati fizičkog proizvođača
 - nemoguće je razlikovati EE koju proizvode različiti proizvođači
- Združivanje ponude je poželjno prije svega s ekonomskog gledišta
- Neravnoteža u sustavu može utjecati na sve sudionike u njemu

Specifičnosti EE kao proizvoda cont. (3)

- Potražnja za EE pokazuje predvidive dnevne, tjedne i sezonske promjene
- slično kao i drugi proizvodi (npr. kava ☺ : jutro – podne – večer)
- EE se ne može skladištiti u značajnim količinama
- mora se trošiti kada se proizvodi odn. obrnuto; proizvodnja upravo na vrijeme (*Just in Time*)
- Proizvodni pogoni moraju biti sposobni zadovoljiti sve pa i vršne potrebe
- Vrlo mala cjenovna elastičnost potrošnje (na kratki rok)
- krivulja potražnje je za pojedine vremenske jedinice gotovo vertikalna

Uravnoteženje opskrbe i potrošnje

- **Strana potrošnje** - stvarno
 - promjene u potrebama
 - pogreške u predviđanjima
- **Strana opskrbe** - stvarno
 - prekid u proizvodnji
 - pogreške u predviđanjima
- **Spot tržište** - omogućava
 - jednostavan način premoštenja **mogućih** razlika između opskrbe i potrošnje

Spot tržišta drugih proizvoda

- Svojstva *spot* tržišta:
- bezuvjetna isporuka
- “trenutna” isporuka
- cijena se određuje interakcijom kupaca i prodavača
- cijena je vrlo promjenjiva jer je tržište plitko (*short term*)
- Kako bi smanjili cjenovni rizik, kupci i prodavači uglavnom teže trgovini pomoću dugoročnih ugovora
- *Spot* tržište je korektivne naravi
- *Spot* tržište je tržište “posljednjeg utočišta” (*last resort*)

Spot tržište električne energije

- **Potrošnja**
 - pogreške u predviđanjima
- **Opskrba**
 - nepredvidivi ispadi proizvodnih pogona
 - Odstupanja između potrošnje i proizvodnje moraju se popuniti odmah
- **Tržišni mehanizam**
 - prespor
 - preskup
 - potreba za brzom komunikacijom
 - potrebno obuhvatiti velik broj sudionika

‘Upravljano’ spot tržište (1) tržište rezervama, tržište uravnoveženja

- Održava ravnotežu potrošnje i proizvodnje
- Njime **upravlja operator sustava (OS)**
- Održava sigurnost sustava
- Temelji se na razumnoj ekonomskoj osnovi
- koristiti kompetitivne ponude za prilagodbu proizvodnje
- u idealnom slučaju treba prihvati i ponude od strane potrošnje
- određivanje *spot* cijene na temelju troškova
- Nije istinsko tržište jer se cijena ne određuje interakcijama kupaca i prodavača (OS jedini kupac)
- Neophodno za tretiranje EE kao proizvoda

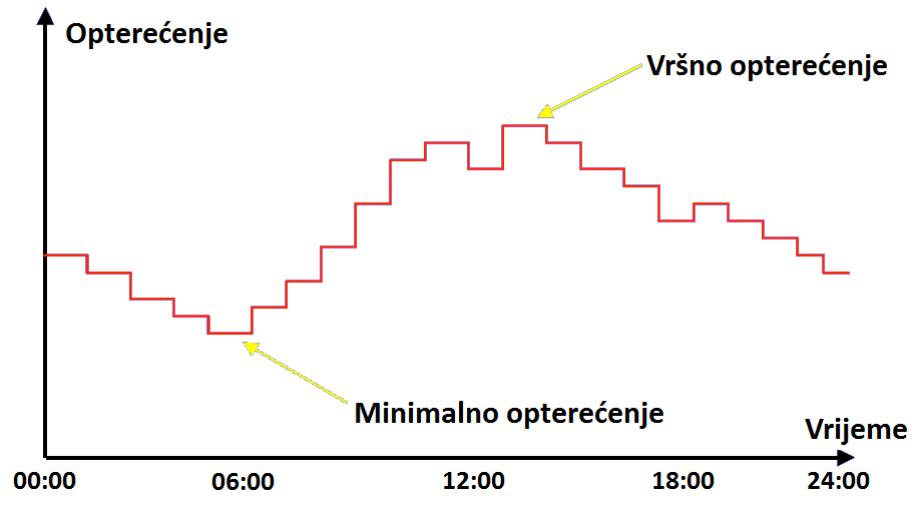
‘Upravljano’ spot tržište (2)



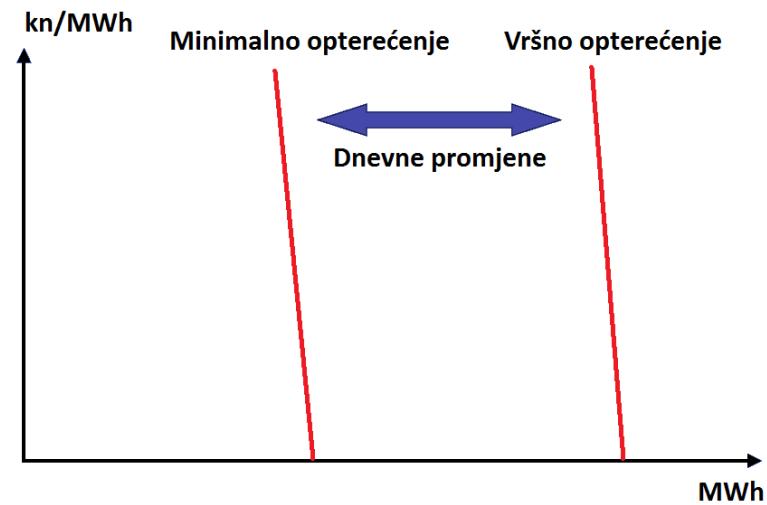
Ostala tržišta

- Efikasno **spot tržište** je nužnost
- osigurava da će se neravnoteže biti korektno riješene
- Omogućava razvoj i drugih tržišta
- *Spot* cijena je vrlo promjenjiva
 - većina sudsionika ipak želi više sigurnosti i jamstava
 - rizik se smanjuje trgovinom izvan *spot* tržišta
- **Forward tržišta** (terminska tržišta - tržišta unaprijednica) i **tržišta izvedenica**
 - smanjuju rizik
 - *forward* tržišta moraju se "zatvoriti" (izvršiti) prije početka rada upravljanog *spot* tržišta

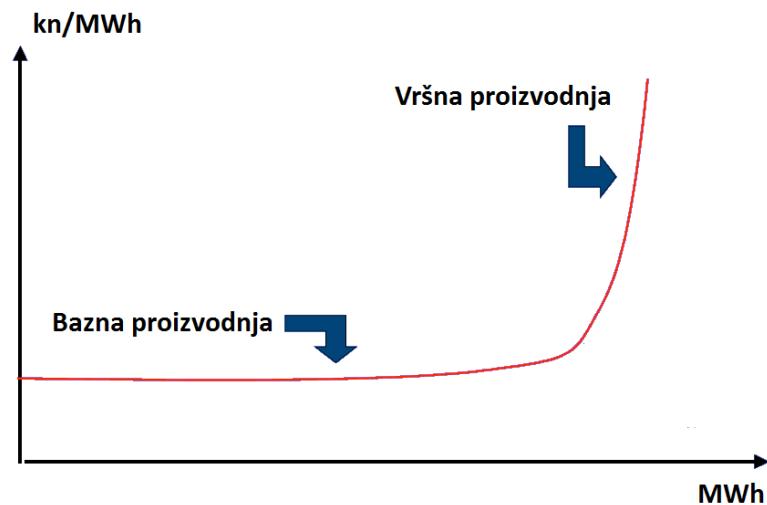
Zašto je *spot* cijena tako promjenjiva?



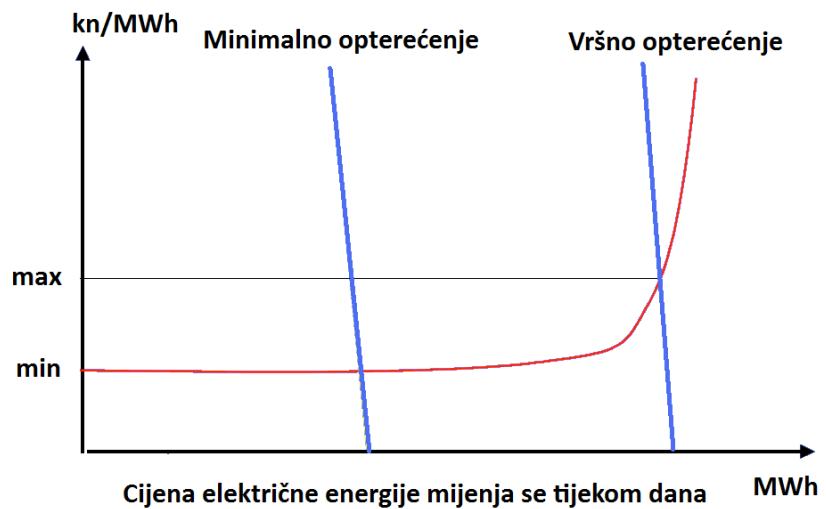
Krivulje potražnje za električnom energijom



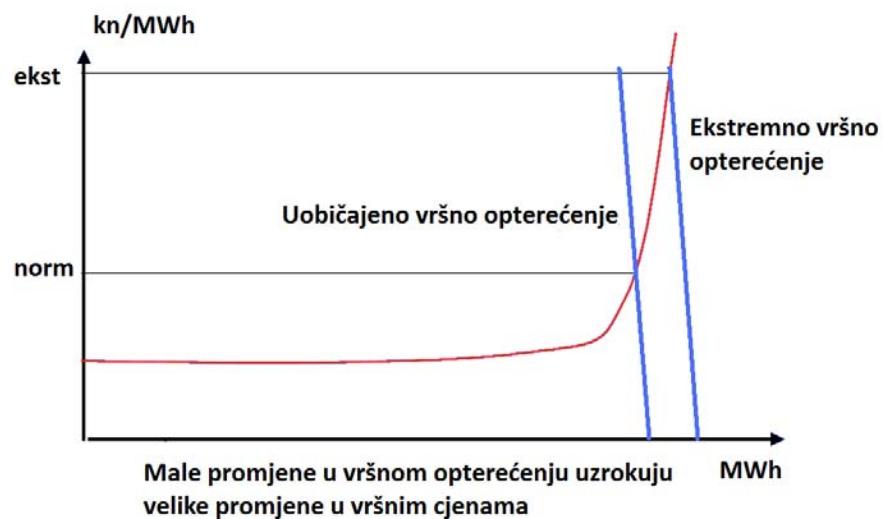
Krivulja ponude električne energije



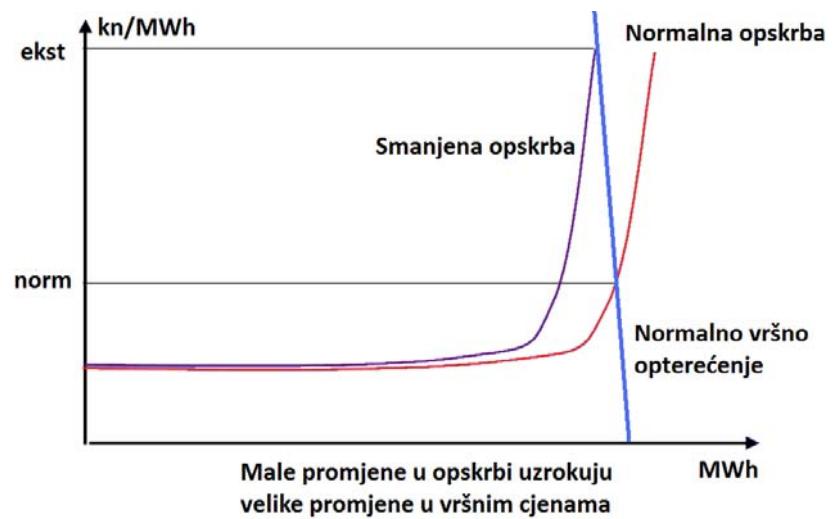
Ponuda i potražnja električne energije (1)



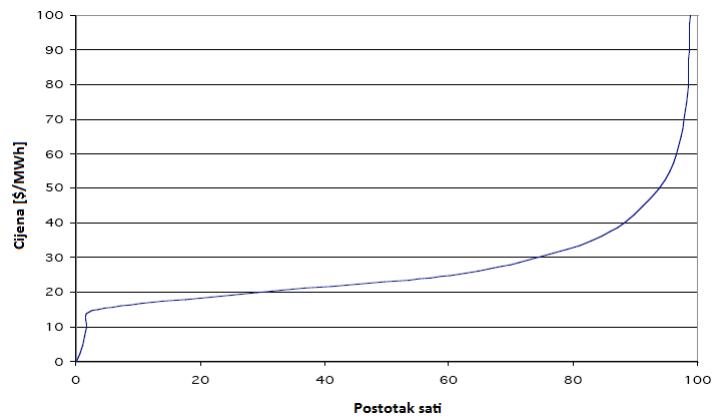
Ponuda i potražnja električne energije (2)



Ponuda i potražnja električne energije (3)



Rezultat - krivulja trajanja cijene



- PJM Interconnection (SAD, OPS i spot tržišta u Columbiji) u 1999. godini
- Stvarna cijena je dosegla i 1000€/MWh tijekom nekoliko sati

Terminska tržišta (*forward i future*)

- Dva pristupa:
- centralizirano trgovanje (burza, *pool*)
- bilateralno trgovanje

Burza (*Electricity pool, Power Exchange*)

- Burza na principima ponude i potražnje (*kao spot tržište*):
 - Proizvođači prilažu ponude
 - Potrošači prilažu potražnju
 - Operator tržišta (EEX) određuje koje će se ponude i potražnje ostvariti i po kojoj tržišnoj cijeni
- Strana potrošnje - potrošači su na burzi često pasivni i stoga se primjenjuje metoda predviđanja potrošnje
- Ovaj je tip burze optimalan samo ako ponuda reflektira marginalne troškove

Burza (*pool, exchange*) uobičajeno funkcionira ovako:

- Proizvođači predaju ponude za opskrbom određene količine električne energije po određenoj cijeni za određeni period. Te se ponude rangiraju po kriteriju rastuće cijene. Prema tome se određuje krivulja ponuđenih cijena kao funkcija kumulativnih ponuđenih količina. Ta krivulja predstavlja krivulju tržišne ponude.
- Slično se konstruira i krivulja potražnje – samo se ponude potrošača rangiraju prema opadajućoj cijeni. S obzirom da je potražnja električne energije izrazito neelastična, ovaj se korak često izostavlja i potražnja se uspostavlja prema prognozama opterećenja. Drugim riječima, krivulja potražnje se crta kao vertikalna linija, gdje količina odgovara prognoziranom opterećenju u sustavu.
- Tržišna ravnoteža (ekvilibrijum) nalazi se naravno u sjecištu ovih dvaju krivulja. Sve ponude s cijenom manjom ili jednakom ekvilibriju se prihvataju i proizvođačima se nalaže da proizvedu planirane količine električne energije. Isto tako, svi zahtjevi potrošača iznad ekvilibrija će se ispoštovati, tj. oni će biti informirani da mogu povući traženu količinu energije iz sustava.
- Ekvilibrij predstavlja cijenu dodatne jedinice MWh i to je granični trošak sustava (system marginal price - SMP). Proizvođačima se plaća SMP za svaki proizvedeni MWh, a potrošači plaćaju upravo SMP, bez obzira na ponude koje su prethodno dali.

PS: Iako burza funkcionira na isti način kao i spot tržište to nije isti

Pojmovi vezani za NordPool

Elbas

Nord Pool Spot's intra-day market in the Nordic region and Germany with trade of physical electricity **up to one hour before delivery**

Electricity exchange area

The **geographical Elspot or Elbas areas** in which Nord Pool Spot are entitled to organise physical markets. Through agreements with the transmission system operators capacity is allocated in the planning phase in order to be entitled to transfer electricity between those areas.

ETS

Nord Pool's **electronic exchange** trading system powerCLICK.

Elspot

Nord Pool Spot's physical auction **based day-ahead market** for Norway, Sweden, Finland, Denmark and North Eastern Germany (encompassing the Vattenfall Europe Transmission area).

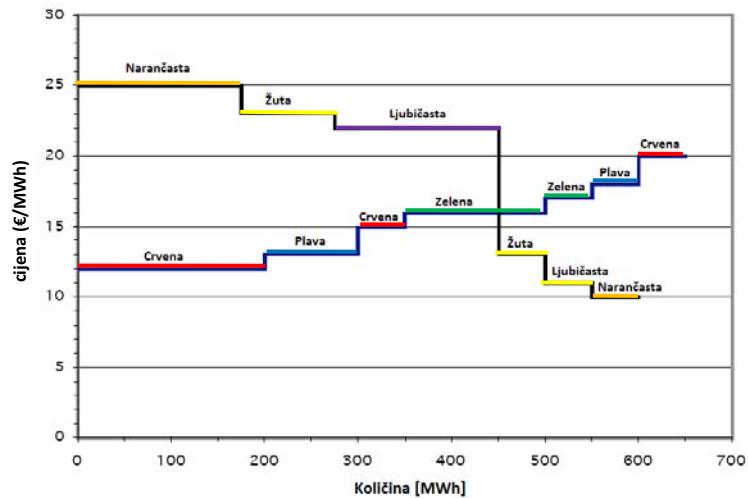
Ekonomija u energetici

Primjer trgovanja na burzi (1)

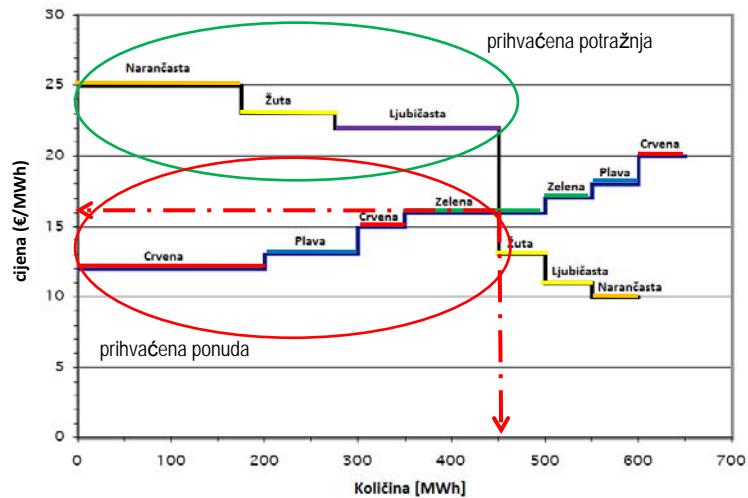
- Ponude i potražnje tijekom jednog sata:

Ponuda	Tvrtka	Količina [MWh]	Cijena [€/MWh]
	Crvena	200	12
	Crvena	50	15
	Crvena	50	20
	Zelena	150	16
	Zelena	50	17
	Plava	100	13
	Plava	50	18
Potražnja	Žuta	50	13
	Žuta	100	23
	Ljubičasta	50	11
	Ljubičasta	150	22
	Narančasta	50	10
	Narančasta	200	25

Primjer trgovanja na burzi (2)



Primjer trgovanja na burzi (3)



Ekonomija u energetici

Primjer trgovanja na burzi (4) - podmirenje

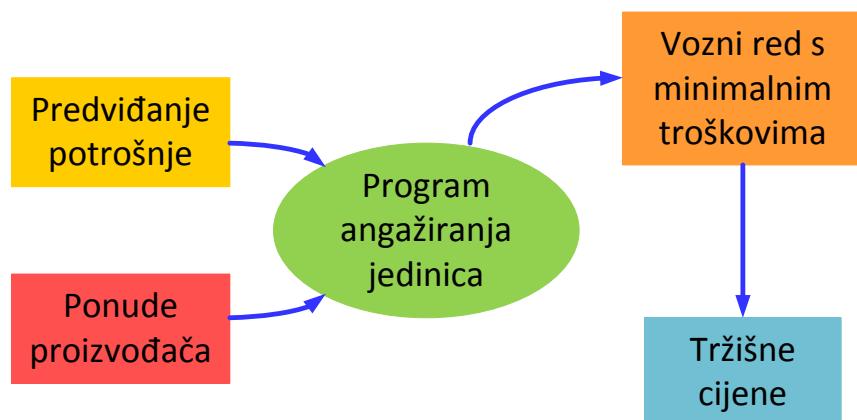
- Tržišna cijena: 16.00 €/MWh
- Promet: 450 MWh

Tvrta	Proizvodnja [MWh]	Potrošnja [MWh]	Prihod [€]	Izdatak [€]
Crvena	250		4.000	
Plava	100		1.600	
Zelena	100		1.600	
Narančasta		200		3.200
Žuta		100		1.600
Ljubičasta		150		2.400
Ukupno	450	450	7.200	7.200

Burza temeljena na angažiranju jedinica (1)

- Zašto nije poželjno promatrati svaki period tržišta zasebno?
- radna ograničenja proizvodnih jedinica
- minimalna vremena pokretanja i zaustavljanja, brzina promjene snage
- Uštede ostvarene voznim redom elektrana
- troškovi pokretanja i rada bez opterećenja
- Smanjuje rizik za proizvođače
- nesigurnosti vezane uz vozni red dovode do porasta cijena

Burza temeljena na angažiranju jedinica (2)



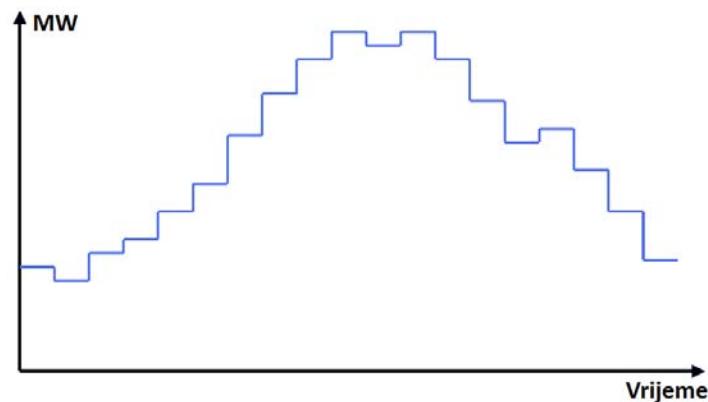
Na nekim burzama, proizvođači predaju kompleksne ponude za svaku svoju proizvodnu jedinicu. Te ponude reflektiraju troškovne karakteristike tih jedinica (uključujući granične troškove, troškove pokretanja i troškove praznog hoda) kao i neke tehničke karakteristike (min i max output). Umjesto jednostavnog slaganja ponuda, burza izrađuje plan angažiranja proizvodnih jedinica i cijene za cijeli dan po polusatnim ili satnim periodima.

Ponude proizvođača

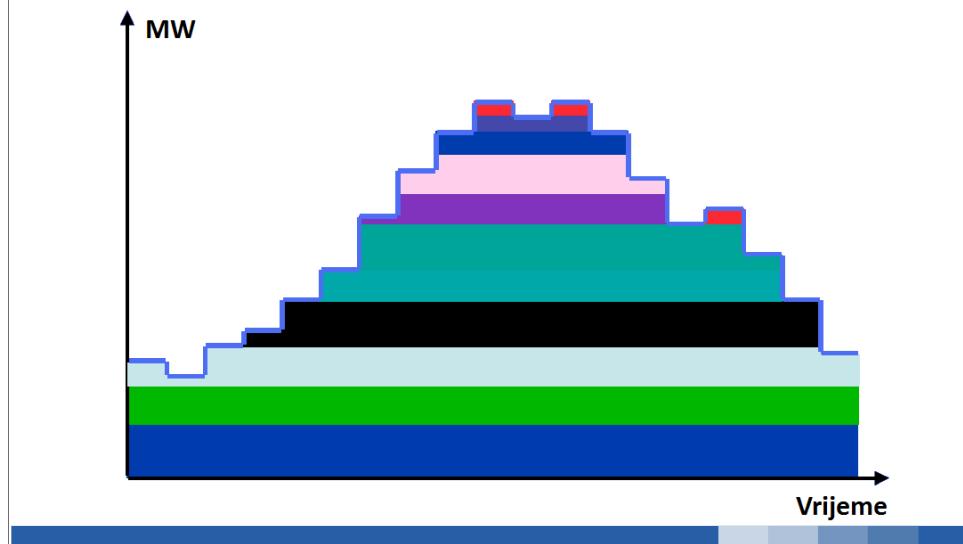
- Proizvodne jedinice prilažu zasebne ponude
- Sastavni dijelovi ponude
 - po dijelovima linearne krivulje marginalne cijene
 - cijena pokretanja
 - parametri (P_{\min} , P_{\max} , min prema gore (up) - ΔP_+ , min prema dole (down) - ΔP_-)
- Ponude ne moraju reflektirati stvarne troškove
- Dozvoljene su i vrlo niske ponude "s ciljem ulaska u vozni red"

Predviđanje potrošnje

- Potrošnja se uobičajeno smatra pasivnim sudionikom tržišta
- Pretpostavka je da **nema reakcije** potrošnje na promjenu cijene

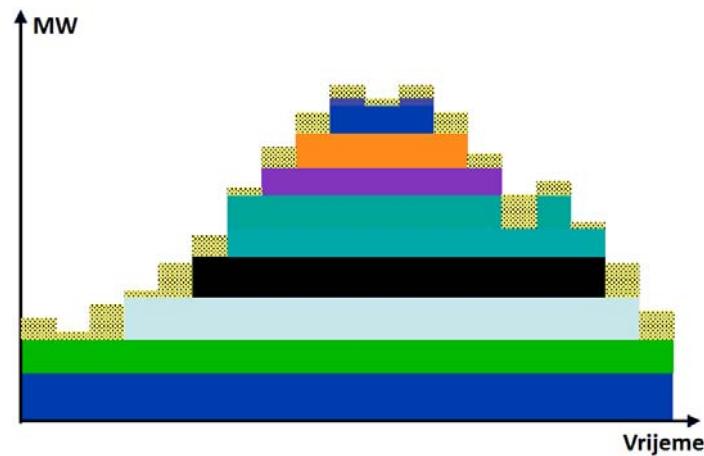


Vozni red elektrana



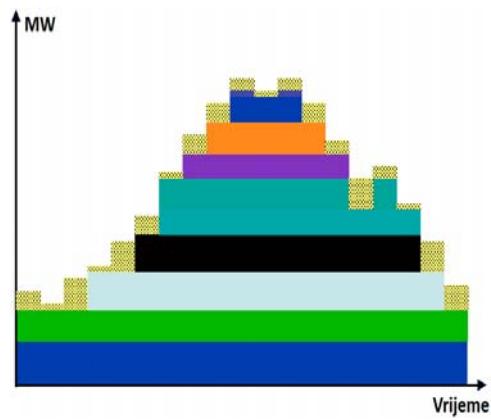
Granične jedinice

- Najskuplje jedinice potrebne za zadovoljenje potrošnje u svakom periodu



Tržišna cijena

- Ponuda **granične jedinice** postavlja tržišnu cijenu (MCP) u svakom periodu
- To je granična cijena sustava (SMP – *System Marginal Price*)
- Po toj se cijeni prodaje i kupuje sva električna energija u tom periodu



Zašto trgovati svom energijom pri SMP?

- Zašto proizvođačima ne bude isplaćena cijena iz njihovih ponuda?
- jeftiniji proizvođači zasigurno ne bi željeli ostati bez sigurne zarade
- pokušavali bi pogoditi SMP i nuditi cijene bliske njoj
- povremene pogreške – mogu ispasti iz voznog reda
- povećana nesigurnost – povećanje cijene

Osnovni razlog zašto se proizvođačima ne isplaćuje cijena iz njihovih ponuda jest taj što bi to "natjeralo" proizvođače da podnose ponude koje ne reflektiraju njihove granične troškove. Svi bi pokušavali pogoditi SMP. Jeftiniji proizvođači bi ponudili veće cijene, a ponaked bi pretjerali s procjenom da bi ostali izvan rasporeda angažiranja proizvodnih jedinica, što bi značilo da će biti angažirane one s većim graničnim troškovima proizvodnje. Prema tome, SMP bi ustvari bila veća nego što bi trebala biti. Također bi pokušali još malo podići cijene da smanje svoj rizik. U konačnici bi to rezultiralo povećanom cijenom električne energije.

Bilateralno trgovanje (1)

- Burza je neuobičajen oblik tržišta
- Bilateralno trgovanje je klasični način trgovanja
- Uključuje samo dvije strane:
 - prodavača
 - kupca
- Trgovanje je privatni dogovor ove dvije strane
- Cijene i količine određuju se pregovorima obje strane
- Nitko drugi nije uključen u proces odlučivanja o trgovini

Burza nije uobičajen način trgovanja, ali jest raširen u trgovaju električnom energijom. Centralizacija ili pooling ima svoju analogiju sa poolingom (združivanjem) toka električne energije, pa se zato smatrao pogodnim za organizaciju tržišta električne energije, posebice na samim početcima liberalizacije. Neke burze su nastale združivanjem monopolističkih elektroprivreda koje su pokrivale susjedne teritorije.

Bilateralno trgovanje je uobičajen način trgovanja. Uključuje samo dvije strane, bez posredstva treće strane.

Bilateralno trgovanje (2)

- Ne postoji jedna 'službena cijena' kao na burzi
- Ponekad se izvršava preko brokera ili operatora elektroničkih tržišta (OTC - *Over the Counter*)
- Ovisno o vremenskom periodu na koji se odnosi, može poprimiti različite forme



Vrste bilateralne trgovine (1)

- Prilagodljivi dugoročni ugovori
 - fleksibilni uvjeti
 - dogovara se između dvije strane
 - trajanje od nekoliko mjeseci do nekoliko godina
 - obično podrazumijeva velike količine (stotine ili tisuće MW)
- Prednosti
 - zajamčena fiksna cijena kroz dug vremensko razdoblje
- Mane
 - visok trošak ugovaranja
 - isplativo samo za velike količine električne energije

Vrste bilateralne trgovine (2)

- Trgovanje na neslužbenom tržištu (*OTC Trading*):
 - manje količine električne energije
 - isporuka se vrši prema standardiziranim profilima (koliko energije treba u određenim razdobljima dana i tjedna)
- prednosti
 - mnogo manji transakcijski troškovi
 - koriste se za učvršćivanje pozicije kako se vrijeme isporuke približava

Vrste bilateralne trgovine (3)

- **Elektroničko trgovanje**

- kupci i prodavači unose ponude izravno u računalno tržišno okruženje
- svi sudionici mogu vidjeti ponuđene cijene i količine
- združivanje ponude i potražnje je automatsko (ako ne postoji "par", ponuda čeka sve do pronalaženja para, povlačenja ili poništavanja zbog zatvaranja tržišta)
- sudionici ostaju anonimni
- organizator tržišta upravlja namirenjima računa (*settlement*)

- **prednosti**

- vrlo brzo - vrlo jeftino - dobar izvor tržišnih informacija

Primjer bilateralnog trgovanja (1)

- Proizvodne jedinice u vlasništvu Dvigrad Power:

Jedinica	P _{min} [MW]	P _{max} [MW]	MC [€/MWh]
A (ugljen)	100	500	10
B (ugljen)	50	200	13
C (plin)	0	50	17

MC (marginalna cijena) konstantan od P_{min} do P_{max}

Start up (trošak pokretanja) trošak za A i B velik (ideja da radi što dulje)

Start up trošak C neznatan

Primjer bilateralnog trgovanja (2)

- Promet Dvigrad Power za 11. lipanj od 14:00 do 15:00:

Vrsta ugovora	Datum ugovora	Oznaka	Kupac	Prodavač	Količina [MWh]	Cijena [€/MWh]
Dugoročni	10. Siječanj	LT1	Brig Energy	Dvigrad Power	200	12,5
Dugoročni	7. Veljača	LT2	Kanfanar Co.	Dvigrad Power	250	12,8
Terminski	3. Ožujak	FT1	Sv. Petar Co.	Dvigrad Power	100	14,0
Terminski	7. Travanj	FT2	Dvigrad* Power	Gimino Power	30	13,5
Terminski	10. Svibanj	FT3	Brig Energy	Dvigrad Power	50	13,8

• *Net position* Dvigrad Power: prodano 570 MW(h)

• Proizvodni kapacitet Dvigrad Power: 750 MW

* radi zarade na terminskom trgovanju kupljeno od **Gimino Power**

Primjer bilateralnog trgovanja (3)

- Raspoloživa ponuda i potražnja (anonimna) na burzi električne energije (Histria Power Exchange - HPex) ujutro (dan ranije) 11. lipnja za period od 14:00 do 15:00:

11. lipanj 14:00 - 15:00	Oznaka	Količina [MWh]	Cijena [€/MWh]
Ponuda za prodaju EE (<i>bids to sell</i>)	B5	20	17,50
	B4	25	16,30
	B3	20	14,40
	B2	10	13,90
	B1	25	13,70
Ponuda za kupovinu EE (<i>offers to buy</i>)	O1	20	13,50
	O2	30	13,30
	O3	10	13,25
	O4	30	12,80
	O5	50	12,55

Primjer bilateralnog trgovanja (4)

- Elektronička trgovina (anonimna) na burzi:

11. Lipanj 14:00 - 15:00	Oznaka	Količina [MWh]	Cijena [€/MWh]
Ponuda EE	B5	20	17,50
	B4	25	16,30
	B3	20	14,40
	B2	10	13,90
	B1	25	13,70
	Potražnja EE	20	13,50
	O1	30	13,30
	O3	10	13,25
	O4	30	12,80
	O5	50	12,55

- Neto stanje: Prodano 630 MW
- Raspored rada jedinica: A: 500 MW; B: 130 MW; C: 0 MW;

Primjer bilateralnog trgovanja (5)

Neočekivani problem neposredno prije zatvaranja trgovanja: jedinica B DP-a može proizvesti samo 80 MW (npr. nastupio kvar)

- Rješenja
- ništa ne činiti i platiti **spot** cijenu koja mu nedostaje (50 MW)
- nadoknaditi manjak jedinicom stavljanjem u pogon jedinice C (17 €/MWh)
- trgovati (kupiti) na elektroničkoj burzi (iz ponude EE) prije zatvaranja

11. Lipanj 14:00 - 15:00	Oznaka	Količina [MWh]	Cijena [€/MWh]
Ponuda EE	B5	20	17,50
	B4	25	16,30
	B3	20	14,40
	B6	20	14,30
	B8	10	14,10
Potražnja EE	O4	30	12,80
	O6	25	12,70
	O5	50	12,55

- **kupovina je povoljnija od proizvodnje jedinice C (14,1 do 14,4 < 17 €/MWh)**
 - Neto stanje: Prodano 630 MW
 - Novi raspored rada jedinica: A: 500 MW; B: 80 MW; C: 0 MW; zatvoreno 50 MW

Burza nasuprot bilateralnoj trgovini

- **Burza:**

- Neuobičajena zbog centraliziranog upravljanja
- Cijena nije transparentna (ima iznenađenja za obje strane)
- U "lakomosti" proizvođača (niski SMP) mogu ispasti van ponude i proizvode skuplji
- Pomaže funkciji sigurnosti
- Omogućuje centralizirano optimiziranje
- "rani radovi"

- Oba oblika mogu biti zajedno prisutna do neke određene mјere

- **Bilateralna trgovina:**

- Ekonomski "čistija"
- Cijenu određuju obje strane
- Moguće tvrdo pregovaranje (cjenkanje)
- Proizvođač prihvata rizik ulaska u vozni red
- Mora se koordinirati sa funkcijom sigurnosti
- Više inovacijskih mogućnosti

Nuđenje na “upravljanom spot*” tržištu

Dvigrad Power pozicija:

Jedinica	P _{sched} [MW]	P _{min} [MW]	P _{max} [MW]	MC [€/MWh]
A	500	100	500	10
B	80	50	80	13
C	0	0	50	17

HPex spot tržište (ponuda i potražnja):

Vrsta ponude	Jedinica	Cijena [€/MWh]	Količina [MW]
Ponuda za proizvodnju	C	17,5	50
Ponuda za smanjene proizvodnje	B	12,5	30
Ponuda za smanjene proizvodnje	A	9,5	400

- spot tržište je zapravo nesavršeno kompetitivno (ne nude uvijek MP)
- ponuda/potražnja može biti viša/niža od marginalnih troškova

* spot jer je u pitanju trenutna ponuda i potražnja; upravljanje je bira treći (SO)

Prva tablica prikazuje poziciju Dvigrad Power na spot tržištu – ugovorena proizvodnja je 580 MWh. Druga tablica prikazuje odluke koje ponude će Dvigrad prihvati da ojača svoju poziciju. Uočite da su cijene u drugoj tablici uvijek manje od MC u drugoj tablici.

Proces podmirenja (*settlement*) (1)

- **Burza**

- Operator tržišta (burze) prikuplja uplate od potrošača
- Operator tržišta isplaćuje proizvođače
- Sva se energije trguje po cijeni na burzi

- **Bilateralno trgovanje**

- Podmirenja se vrše izravno između dvije strane ili preko OTC-a

- **Upravljano spot tržište**

- Višak proizvodnje ili manjak potrošnje – isplata po *spot* cijeni postignutoj na upravlјivom *spot tržištu*
- Manjak proizvodnje ili višak potrošnje – naplata po *spot* cijeni postignutoj na upravlјivom *spot tržištu*

Podmirenje – nužan proces jer zbog prirode električne energije kao proizvoda uvijek postoje odstupanja od ugovorenog. Neravnoteža (količine energije koje proizvođač ne može isporučiti ili manjak kojega je potrošač nije potrošio) se podmiruje na upravlјivom spot tržištu – *last resort tržište*. Troškove uravnoteženja plaćaju uobičajeno dionici uključeni u "stvaranje" te neravnoteže.

Dakle, svaki proizvođač prijavljuje ugovorenu količinu električne energije i stvarno proizvedenu. Ako je razlika pozitivna, proizvođač je "prodao" taj višak energije, a ako je negativna proizvođač se tretira kao da je kupio razliku iz sustava. Isto vrijedi i za potrošače i opskrbljivače. Uravnoteženje se ostvaruje po spot cijeni postignutoj na upravlјivom spot tržištu.

Primjer podmirenja (*settlement*) (2)

- 11. lipanj između 14:00 i 15:00
- Operator sustava je za pokrivanje neravnoteže **prihvatio 40 MW** (Dvigrad power) ponuđenih po cijeni 17,5 €/MWh
- Jedinica B Dvigrad Power zbog problema može proizvesti samo 10 MWh umjesto 80 MWh planiranih
- Dvigrad Power tako ima **manjak od 70 MWh** u promatranom satu
- *Spot* cijena za to vrijeme: 18,25 €/MWh

Ekonomija u energetici

Podmirenje (*settlement*) Dvigrad Power

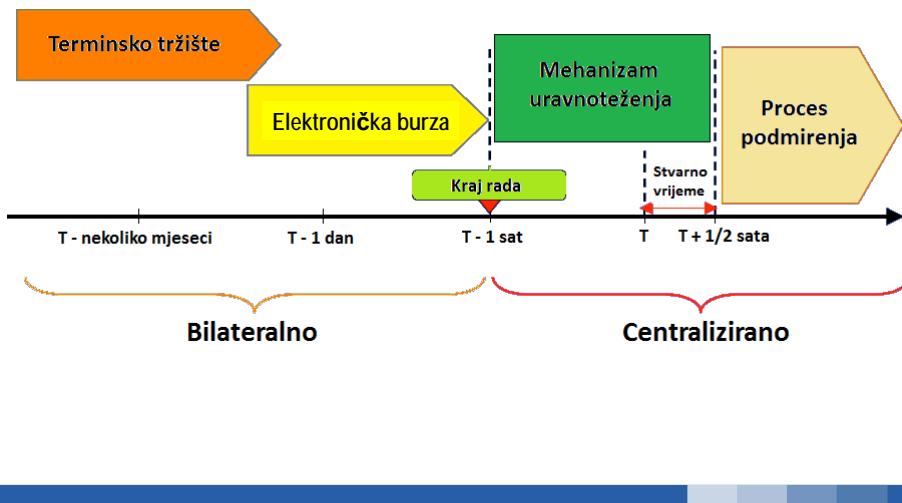
Tržište	Vrsta	Količina [MWh]	Cijena [€/MWh]	Prihod [€]	Rashod [€]
Terminske (DP-a)	Prodaja (DP-a)	200	12,50	2.500,00	
	Prodaja (DP-a)	250	12,80	3.200,00	
	Prodaja (DP-a)	100	14,00	1.400,00	
	Kupnja (DP-a)	-30	13,50		405,00
	Prodaja (DP-a)	50	13,80	690,00	
Burza (HPex)	Prodaja (O1)	20	13,50	270,00	
	Prodaja (O2)	30	13,30	399,00	
	Prodaja (O3)	10	13,25	132,50	
	Kupnja (B3)	-20	14,40		288,00
	Kupnja (B6)	-20	14,30		286,00
Spot	Kupnja (B8)	-10	14,10		141,00
	Prodaja DP-a (SMB-1)	40	17,50	700,00	
	Odstupanje	-70	18,25		1277,50
	Ukupno	550		9291,50	2397,50

Saldo DP-a 6894,00 €

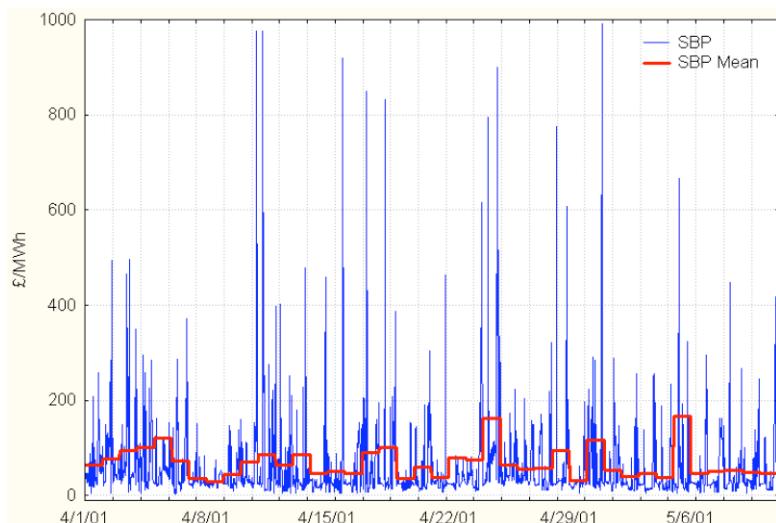
Primjer tržišta EE: NETA

- NETA = *New Electricity Trading Arrangements*
 - tržište u Engleskoj i Welsu od travnja 2001.
 - maksimalno se oslanja na bilateralnu trgovinu
 - zamijenilo je *Electricity Pool of England and Wales* koje je bilo centralizirano tržište
 - prošireno na Škotsku 1. travnja 2005.

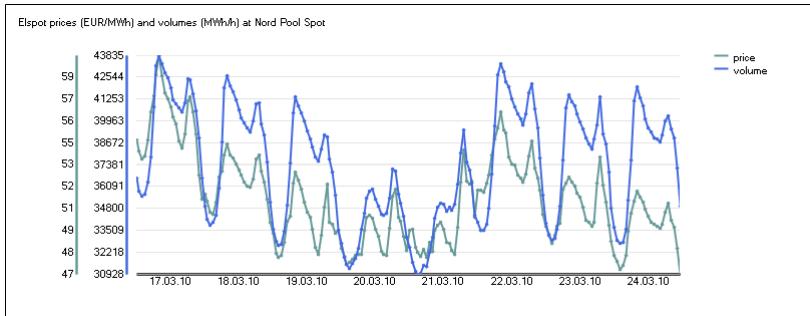
NETA vremenska skala



Promjenjivost cijene uravnoteženja

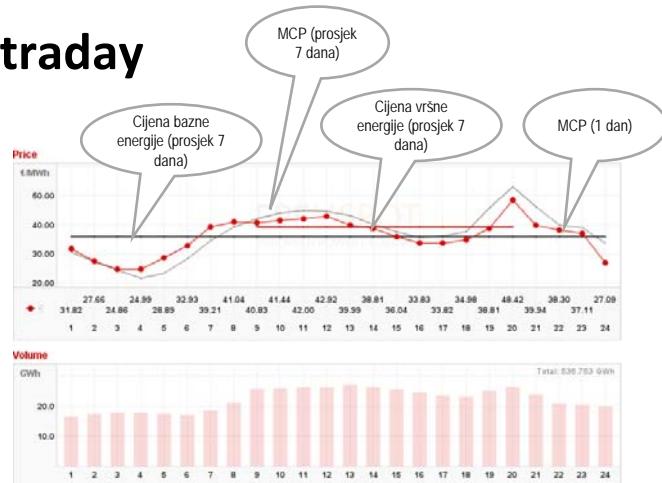


Nord Pool spot – 8 dana



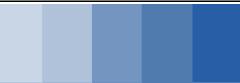
Ekonomija u energetici

EEX Intraday



Ekonomija u energetici

- Za vježbu: proučite sljedeće burze (njihove proizvode, vrste tržišta, vremensku skalu i sl.)
 - www.eex.com
 - www.nordpool.com
 - www.nordpoolspot.com/
 - www.powernext.com/



DA NE BI BILO IZNENAĐENJA 😊

Za pročitati - obvezno

- Daniel S. Kirschen, Goran Strbac, **FUNDAMENTALS OF POWER SYSTEM ECONOMICS**, John Wiley & Sons Ltd, London 2005
do uključivo poglavlja 3.
ili
- Dahl, A. Carol, **MEĐUNARODNA TRŽIŠTA ENERGIJE (International Energy Markets)**, Kigen, Zagreb 2008.
poglavlja 6., 11. i 15.
- Čitati i dokumente koji vam dajemo u pretincu “**Materijali za čitanje**”

Zadaci koji dolaze na MI

- 2.1 A manufacturer estimates that its variable cost for manufacturing a given product is given by the following expression:
 $C(q) = 25q^2 + 2000q$ [\\$] where C is the total cost and q is the quantity produced
- Derive an expression for the marginal cost of production
 - Derive expressions for the revenue and the profit when the widgets are sold at marginal cost.
- 2.2 The inverse demand function of a group of consumers for a given type of widgets is given by the following expression:
 $\pi = -10q + 2000$ [\\$] where q is the demand and π is the unit price for this product
- Determine the maximum consumption of these consumers
 - Determine the price that no consumer is prepared to pay for this product
 - Determine the maximum consumers' surplus. Explain why the consumers will not be able to realize this surplus
 - For a price π of 1000/\\$unit, calculate the consumption, the consumers' gross surplus, the revenue collected by the producers and the consumers' net surplus.
 - If the price π increases by 20%, calculate the change in consumption and the change in the revenue collected by the producers.
 - What is the price elasticity of demand for this product and this group of consumers when the price π is 1000/\\$unit
 - Derive an expression for the gross consumers' surplus and the net consumers' surplus as a function of the demand. Check these expressions using the results of part d.
 - Derive an expression for the net consumers' surplus and the gross consumers' surplus as a function of the price. Check these expressions using the results of part d.
- 2.3 Economists estimate that the supply function for the widget market is given by the following expression:
 $q = 0.2 \cdot \pi - 40$
- Calculate the demand and price at the market equilibrium if the demand is as defined in Problem 2.2.
 - For this equilibrium, calculate the consumers' gross surplus, the consumers' net surplus, the producers' revenue, the producers' profit and the global welfare.
- 2.4 Calculate the effect on the market equilibrium of Problem 2.3 of the following interventions:
- A minimum price of \$900 per widget
 - A maximum price of \$600 per widget
 - A sales tax of \$450 per widget.

In each case, calculate the market price, the quantity transacted, the consumers' net surplus, the producers' profit and the global welfare. Illustrate your calculations using diagrams.

2.5 The demand curve for a product is estimated to be given by the expression:

$$q = 200 - \pi$$

Calculate the price and the price elasticity of the demand for the following values of the demand: 0, 50, 100, 150 and 200.

Repeat these calculations for the case in which the demand curve is given by the expression:

$$q = \frac{10\,000}{\pi}$$

Zadaci koji dolaze na MI

2.6 Vertically integrated utilities often offer two-part tariffs to encourage their consumers to shift demand from on-peak load periods to off-peak periods. Consumption of electrical energy during on-peak and off-peak periods can be viewed as substitute products. The table below summarizes the results of experiments that the Southern Antarctica Power and Light Company has conducted with its two-part tariff. Use these results to estimate the elasticities and cross-elasticities of the demand for electrical energy during peak and off-peak periods.

	On-peak price (\$/MWh)	Off-peak price (\$/MWh)	Average on-peak demand (MWh)	Average off-peak demand (MWh)
	π_1	π_2	D_1	D_2
Base case	0.08	0.06	1000	500
Experiment 1	0.08	0.05	992	509
Experiment 2	0.09	0.06	985	510

2.7 Demonstrate that the marginal production cost is equal to the average production cost for the value of the output that minimizes the average production cost.

2.8 A firm's short-run cost function for the production of gizmos is given by the following expression:

$$C(y) = 10y^2 + 200y + 100\,000$$

- Calculate the range of output over which it would be profitable for this firm to produce gizmos if it can sell each gizmo for \$2400. Calculate the value of the output that maximizes this profit.
- Repeat these calculations and explain your results for the case in which the short-run cost function is given by

$$C(y) = 10y^2 + 200y + 200\,000$$

Zadaci koji dolaze na MI

- 3.2 The rules of the Syldavian electricity market stipulate that all participants must trade energy exclusively through the Power Pool. However, the Syldavia Aluminum Company (SALCO) and the Northern Syldavia Power Company (NSPCo) have signed a contract for difference for the delivery of 200 MW on a continuous basis at a strike price of 16 \$/MWh.
- Trace the flow of power and money between these companies when the pool price takes the following values: 16 \$/MWh, 18 \$/MWh and 13 \$/MWh.
 - What happens if during one hour the Northern Syldavia Power Company is able to deliver only 50 MWh and the pool price is 18 \$/MWh?
 - What happens if during one hour the Syldavia Aluminum Company consumes only 100 MWh and the pool price is 13 \$/MWh?
- 3.4 The operator of a centralized market for electrical energy has received the bids shown in the table below for the supply of electrical energy during a given period.

Company	Amount (MWh)	Price (\$/MWh)
Red	100	12.5
Red	100	14.0
Red	50	18.0
Blue	200	10.5
Blue	200	13.0
Blue	100	15.0
Green	50	13.5
Green	50	14.5
Green	50	15.5

- Build the supply curve
- Assume that this market operates unilaterally, that is, that the demand does not bid and is represented by a forecast. Calculate the market price, the quantity produced by each company and the revenue of each company for each of the following loads: 400 MW, 600 MW, 875 MW.
- Suppose that instead of being treated as constant, the load is represented by its inverse demand curve, which is assumed to have the following form:

$$D = L - 4.0 \cdot \pi$$

where D is the demand, L is the forecasted load and π is the price. Calculate the effect that this price sensitivity of demand has on the market price and the quantity traded.

Zadaci koji dolaze na MI

3.6 A company called Borduria Energy owns a nuclear power plant and a gas-fired power plant. Its trading division has entered into the following contracts for 25 January:

- T-1. A forward contract for the sale of 50 MW at a price of 21.00 \$/MWh. This contract applies to all hours.
- T-2. A long-term contract for the sale of 300 MW during off-peak hours at a price of 14.00 \$/MWh
- T-3. A long-term contract for the sale of 350 MW at 20 \$/MWh during peak hours.

In addition, for the trading period from 2:00 to 3:00 P.M. on that day, it has entered into the following transactions:

- T-4. A future contract for the purchase of 600 MWh at 20.00 \$/MWh
- T-5. A future contract for the sale of 100 MWh at 22.00 \$/MWh
- T-6. A put option for 250 MWh at an exercise price of 23.50 \$/MWh
- T-7. A call option for 200 MWh at an exercise price of 22.50 \$/MWh
- T-8. A put option for 100 MWh at an exercise price of 18.75 \$/MWh
- T-9. A bid in the spot market to produce 50 MW using its gas-fired plant at 19.00 \$/MWh
- T-10. A bid in the spot market to produce 100 MW using its gas-fired plant at 22.00 \$/MWh

The option fee for all call and put options is \$2.00/MWh. The peak hours are defined as being the hours between 8:00 A.M. and 8:00 P.M.

Borduria Energy also sells electrical energy directly to small consumers through its retail division. Residential customers pay a tariff of 25.50 \$/MWh

and commercial consumers pay a tariff of 25.00 \$/MWh. Borduria Energy does not sell electricity to industrial consumers.

The graph on Figure 3.3 shows the stack of bids that the spot market operator has received for the trading period from 2:00 to 3:00 P.M. on 25 January. In order to balance load and generation, it accepted bids for 225 MW in increasing order of price for that hour. The spot price was set at the price of the last accepted bid.

During that hour, the residential customers served by Borduria Energy consumed 300 MW, while its commercial customers consumed 200 MW. The nuclear power plant produced 400 MWh at an average cost of 16.00 \$/MWh. Its gas-fired plant produced 200 MWh at an average cost of 18.00 \$/MWh. All imbalances are settled at the spot market price.

- a. Calculate the profit or loss made by Borduria Energy during that hour.
- b. Calculate the effect that the sudden outage of the nuclear generating plant at 2:00 P.M. on 25 January would have on the profit (or loss) of Borduria Energy for that hour.

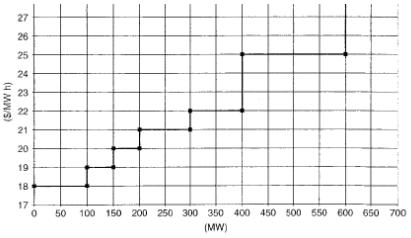
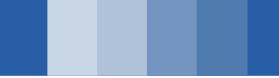


Figure 3.3 Stack of bids for Problem 3.6

Ekonomija u energetici



**VIDIMO SE U PETAK 9.4.2010.
U 15 SATI**

**A SADA, NEKOLIKO ZADATAKA
ZA PONAVLJANJE (Vesna Bukarica)**



HVALA NA POZORNOSTI

Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

SUDIONICI TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE

U ovom predavanju analiziramo kako različiti sudionici na tržištu donose odluke, tj. maksimiziraju koristi od sudjelovanja na tržištu. Razjasnit ćemo zašto potrošači imaju pasivniju ulogu od proizvođača te kako opskrbljivači djeluju kao posrednici između ovih dviju skupina. Potom ćemo vidjeti kako se ponašaju proizvođači u uvjetima savršeno konkurenetskog tržišta kao i u realnim uvjetima.

Pogled potrošača

- prihvata cijenu dok je može “ugraditi” u svoj nastup na tržištu (kratkoročno)
 - razina rasvjete dok privlači nove kupce
 - proizvod će proizvode dok cijena ne ugrožava profit
 - temperatura u sobi u ovisnosti od mogućnosti plaćanja računa
 - itd.
- niska elastičnost (okomita krivulja potražnje). Zašto?
 - malo učeće u proizvodu
 - dugo vrijeme bila “infrastruktura” - nije se kupovala po načelu troškova i koristi (*cost/benefit*)
 - visoki VoLL (value of lost load)
- elastičnost u dijelu pomaka proizvodnje
 - mogući pomak dovršetka proizvodnje (industrija)
 - grijanje noću (domaćinstva)
- izbor tarife radije nego nastup na tržištu
 - smanjuje rizik (plaćanjem više cijene)
 - cjenovna refleksivnost u ciklusima

Podsjetnik (mikroekonomска теорија понашања потрошача): potražnja se povećava do točke u kojoj se granična korisnost od uporabe nekog dobra (u ovom slučaju električne energije) izjednačava s cijenom koju za to moraju platiti. Npr. vlasnik butika će povećati razinu rasvjetljenosti samo do one razine koja će privući nove kupce. Također, zimi ćemo u našim domovima pojačavati grijanje do neke određene vrijednosti, iznad koje ćemo odlučiti ipak se jače obući, a ne plaćati ekstremno visok račun za grijanje.

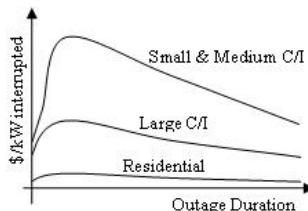
Naravno, sve ovo vrijedi za **kratki rok**, kojega i promatramo (priča može biti drukčija u dugom roku, jer potrošači mogu naći alternativna rješenja).

Cjenovna elastičnost potražnje električne energije je mala (gotovo vertikalna linija). Iskustvo pokazuje da se potražnja el.ene. smanjuje kao odgovor na kratkoročno povećanje cijene, ali je to smanjenje malo. Nisku elastičnost objašnjavamo pomoću dva ekonomski i sociološka faktora. Za većinu potrošača, trošak električne energije ima samo mali udio u ukupnim troškovima. Osim toga, smatra se esencijalnom za kvalitetu života i nitko je se ne želi “odrlicati” da bi malo smanjili svoj račun za nekoliko postotaka. Drugi faktor je historijski – uvijek dostupna!

Određivanje krivulje potražnje električne energije je vrlo teško, ali je zanimljivo pogledati drugu veličinu, a to je VoLL. **VoLL predstavlja vrijednost koju potrošači stavljaju na raspoloživost električne energije, tj. koliko su spremni platiti da ne budu isključeni bez najave.**

Umjesto smanjivanja potrošnje, potrošači mogu odlučiti pomaknuti potrošnju u vrijeme kada je cijena niža (npr. noćna smjena). To je moguće samo ako se proizvodi mogu spremiti, a sustavi spremanja sa sobom nose određene troškove i uštede zbog pomicanja potrošnje bi trebale pokriti te troškove, što često nije slučaj. Osim toga, pomicanje potrošnje se veže i uz gubitak komfora, pa potrošači nisu zainteresirani. Pošebice mali potrošači neće reagirati na satne promjene cijene električne energije, jer bi ih više koštala infrastruktura koja bi omogućavala takvo praćenje nego koristi koje bi od toga ostvarili. To ne znači da se ne treba raditi na razvoju ovakvih sustava i na smanjivanju njihove cijene kroz poticanje uporabe (*smart metering; real time pricing*). Zbog toga, mali potrošači i dalje ostaju na tarifama, koje ih izoliraju od dnevnih varijacija cijena električne energije.

VoLL – Value of Lost Load



EPRI istraživanje:
domaćinstva: 1,50/0,46 \$/kW
veliki: 10/4 \$/kW
mali i srednji: 38/9 \$/kW

*C/I – commercial/industrial

- VoLL - vrijednost koju je **potrošač spreman platiti** da bi imao EE (\$/MW). Vrijednost se, u prosjeku, kreće od 50 do 500 puta cijena EE
- VoLL stvarno ovisi o CDF (*Customer Damage Function*) – **trošak koji nastaje zbog nestanka EE**
- Minimalnu vrijednost VoLL-a predstavlja i vrijednost koju je operator **plati za energiju uravnoteženja** za "hitna" izravnjanja (da ne dođe do sloma sustava)

Interesantna manifestacija *elastičnosti potražnje* za el. energijom nastaje kada u sustavu *u realnom vremenu* nema dovoljno kapaciteta za namirivanje cjelokupne priključene potrošnje.

Tada operator sustava može poduzeti dvije različite akcije:

izvršiti prisilno rasterećenje sustava ("redukciju") u dovoljnoj mjeri da bi uravnotežio ponudu i potražnju (engl. *load shedding*);

izvršiti uravnoteženje hitnom trenutnom nabavom energije po određenoj visokoj cijeni.

Pitanje je, koliko vrijedi ta energija ako je operator uspije nabaviti, ili kolika je šteta nanešena potrošačima ako ne uspije → koncept "**Value of Lost Load**", **VOLL**.

Sljedećih par slide-ova je ponavljanje iz Inženjerske ekonomike.

VoLL – primjer

- Pretpostavimo da znate da postoji mogućnost redukcije struje u vrijeme kada je na TV-u Vaša omiljena utakmica
- Koliko biste bili spremni platiti da Vam operator sustava zajamči da upravo Vas neće isključiti?
- Pretpostavljam da bi pravi ljubitelj nogometa bez ikakve dvojbe dao, recimo, 15 kuna za zajamčeno napajanje tijekom 90 minuta utakmice. Jedinična cijena je: $15 \text{ kn} / 1,5 \text{ h} = 10 \text{ kn/h}$. Ako Vaš televizor troši 100 W, za sat vremena on potroši 0,1 kWh, što znači da ste Vi spremni za samo 0,1 kWh dati čak 15 kn, odnosno oko 2 €.
- Dakle, Vaš VoLL je u ovom slučaju oko 20 €/kWh. Prosječna **proizvodna cijena električne energije** u HEP-u je oko 5 €c/kWh, što je oko **400 puta manje**.
- Pouka glasi: **VoLL cijene mogu biti mnogostruko veće** od prosječnih tržišnih cijena električne energije.

Određivanje VoLL

- U stvarnosti, VoLL cijene su često predmet kontrole i regulacije. Ako to nije slučaj, kompanijama je svejedno u pravilu u interesu da ipak opskrbe kupce i održe stabilnost sustava, što bi došlo u pitanje kada bi se VoLL cijene određivale nekritički
- Potrebno je iznaći referentne vrijednosti za procjenu "razumne" razine VoLL cijena
- Najpoznatiji *benchmark* za VoLL cijene je:
BDP / ukupan konzum el. energije u godini dana
- U Hrvatskoj to iznosi:
 $47 \text{ mldr. €} / 18 \text{ TWh} = 2.611 \text{ €/MWh} = \textbf{2,61 €/kWh}$
- Ovaj pokazatelj usmjeren je ka procjeni propuštene dobiti na razini društva, koja bi bila ostvarena da nije bilo prekida napajanja
- Cijena el. energije za kupce indikator je DONJEG LIMITA VoLL vrijednosti. Naime, toliko su kupci sigurno voljni platiti za energiju.

VoLL – Value of Lost Load

- Prosječne VoLL u 2005. godini

Država	VoLL (€/kWh)	Država	VoLL (€/kWh)
Australija	3,97	Norveška	3,48
Danska	2,22	Novi Zeland	3,71
Finska	2,22	SAD	3,71
Irska	4,74	Španjolska	4,45
Italija	3,19	Švedska	1,93
Kanada	0,49	Velika Britanija	3,15

Pogled opskrbe (*retail*)

- Svaki veći kupac može za sebe biti opskrbljivač (*retail*)
- Opskrba zastupa kupce koji ne žele (nemaju znanja) za nastup na tržištu
- Kupuje po varijabilnoj cijeni, a prodaje je po fiksnoj
 - gube kod viših cijena
 - zarađuju kod niskih cijena
 - zarađuje na "umijeću" predviđanja (rizik)
- Kupuje ili prodaje na *spot* tržištu razlike između prijavljenog i stvarnog
 - kupuje kada je njezina stvarna potrošnja veća od prijavljene
 - prodaje kada je njezina potrošnja manja od prijavljene
- Tehnike predviđanja smanjuju rizik
 - povjesna kretanja (*smart metering* - "pametno" mjerjenje)
 - meteorološki, ekonomski, kulturni i ostali parametri radi "finog podešavanja"
 - točnije su što ima više kupaca (težnja ka monopolu)

Opskrbljivači – posrednici između veleprodajnog tržišta i malih potrošača. Veliki potrošači obično imaju svoje službe za predviđanje potrošnje i sudjelovanje na tržištu.

Najveći izazov opskrbljivača je taj što oni moraju kupovati na tržištu po varijabilnoj cijeni, a prodavati je kupcima po fiksnoj cijeni (tarifa). Tako će opskrbljivač gubiti novac kada je cijena na tržištu visoka (kupuje skupo, a prodaje po fiksnoj cijeni, koja je niža od tržišne), no s druge će strane profitirati kada je cijena na tržištu po kojoj kupuje niža od fiksne tarife po kojoj prodaje. U konačnici, prosječna cijena po kojoj kupuje treba biti niža od one po kojoj prodaje da bi opskrbljivač radio s profitom. To može biti problematično, jer opskrbljivač nema kontrolu nad količinom koju njegovi kupci troše. Opskrbljivač obično sklapa ugovore za kupnju el.energije, a ako potrošnja prijeđe ugovorenu količinu, ostatak mora nabaviti na spot tržištu. Vrijedi i obratno, ako potrošači potroše manje, ostatak opskrbljivač prodaje na spot tržištu.

Zbog toga je predviđanje potrošnje za opskrbljivača iznimno bitno. I zato će oni često poticati potrošače da ugrađuju pametna brojila (*smart meters*) tako da im može ponuditi bolje tarife i da on može bolje predviđati potrošnju. Korištenjem alata koji uzimaju u obzir razne utjecaje moguće je predvidjeti potrošnju u granicama točnosti 1,5 do 2%. No, takvo je predviđanje moguće samo ako opskrbljivač ima veliki broj kupaca, jer se tako eliminira efekt pojedinačnih fluktuacija (težnja ka monopolu, problemi predviđanja kada potrošači mogu mijenjati opskrbljivača).

Ekonomija u energetici

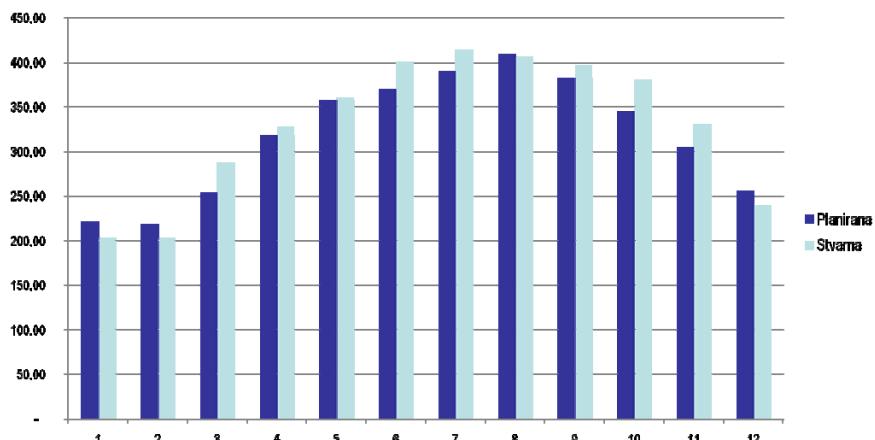
Primjer “problema opskrbe” (1) (cijena opskrbe 38,50 €/MWh)

Period	Jed	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	projek	ukupno
Procj. potrošnja (MWh)		221,00	219,00	254,00	318,00	358,00	370,00	390,00	410,00	382,00	345,00	305,00	256,00	319,00	3.828,00
Kupovina (MWh)		221,00	219,00	254,00	318,00	358,00	370,00	390,00	410,00	382,00	345,00	305,00	256,00	319,00	3.828,00
Prosj. trošak (€/MWh)		24,70	24,50	27,50	35,20	40,70	42,40	45,50	48,60	44,20	38,80	33,40	27,70	36,10	
Trošak ugovora (€)		5.458,70	5.365,50	6.985,00	11.193,60	14.570,60	15.688,00	17.745,00	19.926,00	16.884,40	13.386,00	10.187,00	7.091,20	12.040,08	144.481,00
Stvarna naga (MWh)		203,00	203,00	287,00	328,00	361,00	401,00	415,00	407,00	397,00	381,00	331,00	240,00	329,50	3.954,00
Neravnoteža (MWh)		18,00	16,00	33,00	10,00	3,00	31,00	25,00	3,00	15,00	36,00	26,00	16,00	10,50	
Spot cijena (€/MWh)		13,20	12,50	17,40	33,30	69,70	75,40	70,10	102,30	81,40	63,70	46,90	18,30	50,35	
Uravnoteženje (€)		237,60	200,00	574,20	333,00	209,10	2.337,40	1.752,50	306,90	1.221,00	2.293,20	1.219,40	292,80	741,88	8.902,50
Ukupni trošak (€)		5.221,10	5.165,50	7.559,20	11.526,60	14.779,70	18.025,40	19.497,50	19.619,10	18.105,40	15.679,20	11.406,40	6.798,40	12.781,96	153.383,50
Ukupni prihod (€)		7.815,50	7.815,50	11.049,50	12.628,00	13.898,50	15.438,50	15.977,50	15.669,50	15.284,50	14.668,50	12.743,50	9.240,00	12.685,75	152.229,00
Profit (€)		2.594,40	2.650,00	3.490,30	1.101,40	881,20	2.586,90	3.520,00	3.949,60	2.820,90	1.010,70	1.337,10	2.441,60	96,21	1.154,50
Profit b. pogr. (€)		3.049,80	3.066,00	2.794,00	1.049,40	787,60	1.443,00	2.730,00	4.141,00	2.177,40	103,50	1.555,50	2.764,80	241,42	2.897,00
Srednja cijena (uk.tr/st.snaga) (€/MWh)		25,72	25,45	26,34	35,14	40,94	44,95	46,98	48,20	45,61	41,15	34,46	28,33	36,94	

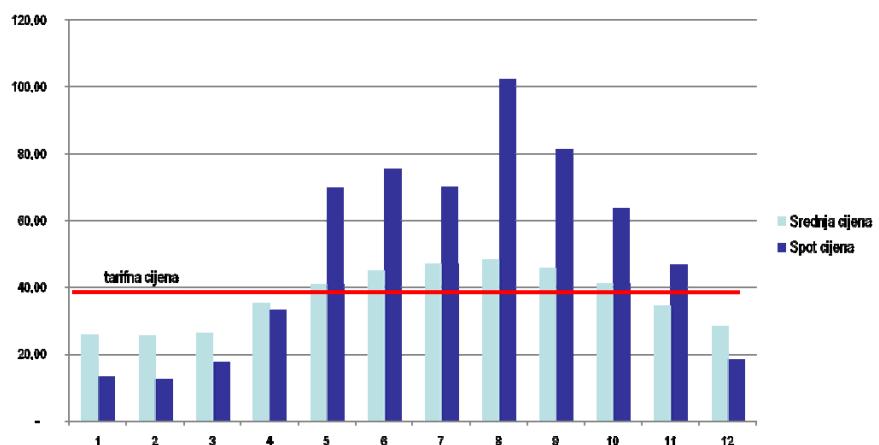
U tablici je prikazan rad opskrbljivača u jednom danu (12 sati). U svakom satu postoji pozitivna ili negativna bilanca jer naravno predviđena potrošnja ne odgovara savršeno stvarnoj potrošnji. Te se neravnoteže podmiruju na spot tržištu. U primjeru se pretpostavlja da je tarifna cijena za potrošače 38,5 EUR/MWh. Vidimo da u satovima kada je spot cijena niska, opskrbljivač ostvaruje profit, a u satovima visokih cijena gubitak. Ovdje se vidi da je u ovom periodu opskrbljivač ostvario gubitak od 1154 EUR. Kada bi opskrbljivač bio savršen u predviđanjima potrošnje, onda bi njegov profit bio 2896 EUR.

Opisani primjer je predstavljen i na sljedećim slikama.

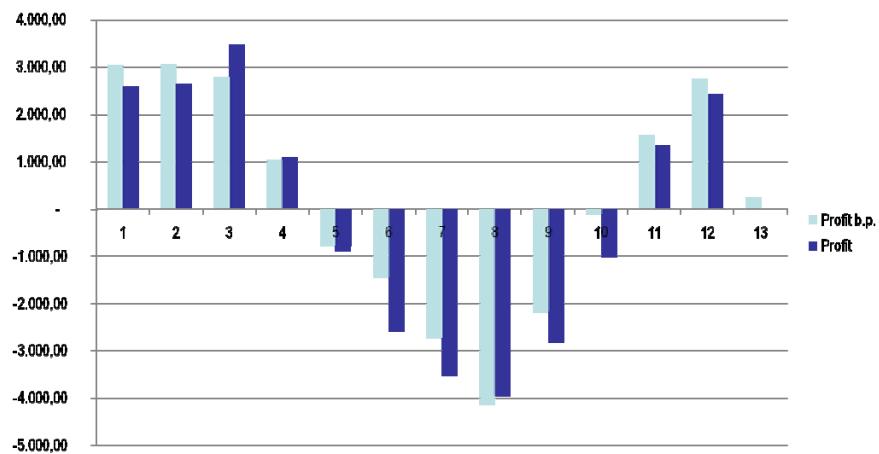
Planirana i stvarna potrošnja



Srednja cijena i spot cijena



Profit i profit bez pogr. po periodima



Pogled proizvođača (*producer, generator*)

Idealna konkurenca – osnove dispečiranja

- Maksimalni profit (razlika prihoda i troška proizvodnje)

$$\max \Omega_i [\pi_i \cdot P_i - c_i \cdot (P_i)] \Bigg|_{\frac{d\Omega_i}{dP_i}}$$

i uz izjednačenje s 0, dobivamo da je optimalna proizvodnja kada je marginalni trošak jednak marginalnom prihodu

$$(MR_i = MC_i) = \pi$$

odnosno kada je to jednako tržišnoj cijeni (π).

Kao što znamo iz prethodnih predavanja: profitna funkcija je razlika prihoda i rashoda, a max. profit dobijemo pomoću prve derivacije profitne funkcije!

U uvjetima svršene konkurenca cijena je jednaka graničnom trošku! Tj. proizvođač će povećavati svoju proizvodnju do točke u kojoj je marginalni trošak jednak cijeni na tržištu. Proizvođači su price-takeri.

Oznake:

Ω - profit

Π – cijena

P – snaga tijekom 1 sata (energija)

$C(P)$ – cijena proizvedene energije

Važno je još istaknuti da granični trošak uključuje samo varijabilne troškove, tj. one koji ovise o proizvodnji (sjetite se definicije graničnog troška)

Pogled proizvođača - primjer 1.

- Koliku će snagu proizvoditi TE na ugljen čija je snaga $P_{\min} = 100 \text{ MW}$ i $P_{\max} = 500 \text{ MW}$ uz input-output karakteristiku uz cijenu goriva od $F=1,3 \text{ €/MJ}$ i ako je tržišna cijena je $\pi = 12 \text{ (€/MWh)}$?

$$H_i(P_i) = 110 + 8,2P_i + 0,002P_i^2 \text{ (MJ / h)}$$

$$C_i(P_i) = H_i \cdot F \text{ (€/ h)}$$

uz $F = 1,3 \text{ (€/ MJ)}$

$$C_i(P_i) = 143 + 10,66P_i + 0,026P_i^2 \text{ (€/ h)}$$

uz $\pi = 12 \text{ (€/ MWh)}$

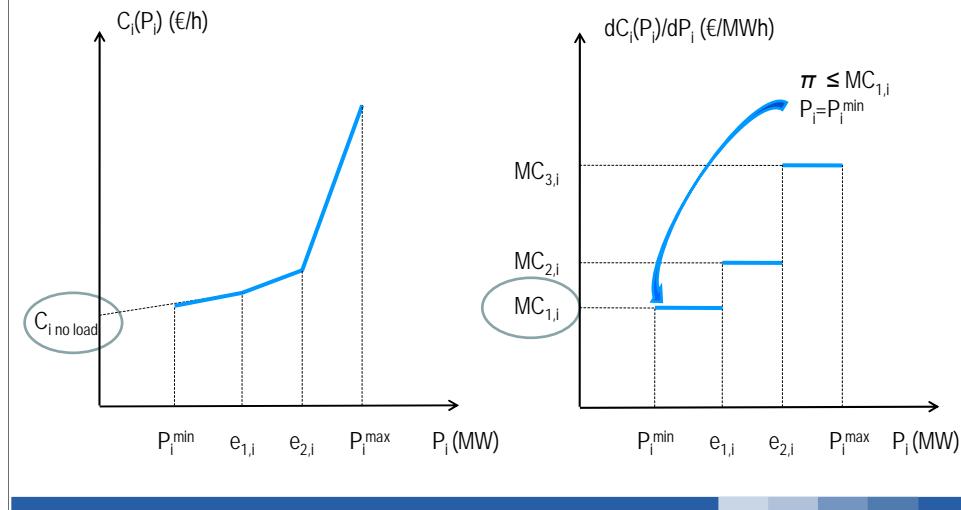
$$\frac{dC_i(P_i)}{dP_i} = 10,66 + 0,0052P_i = 12 \text{ (€/ MJ)}$$

slijedi

$$P_i = 257,7 \text{ MW}$$

$H(P)$ je procijenjena input-output krivulja ove elektrane, tj. ona nam daje proizvodnju energije tijekom jednog sata. Trošak $C(P)$ dobijemo tako da $H(P)$ pomnožimo s cijenom goriva F .

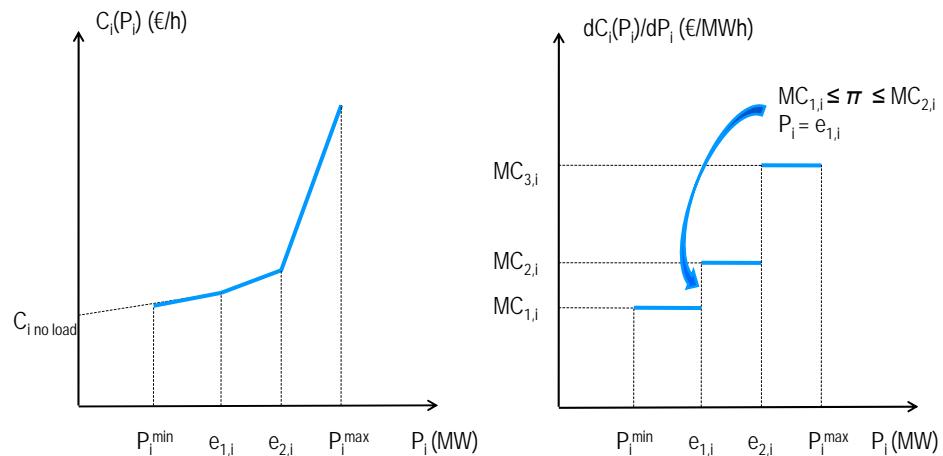
Krivulja troška i krivulja MC – s tri pravca



Input-output krivulje se određuju na temelju mjerjenja provedenih tijekom proizvodnje različitih količina električne energije. To nije nimalo jednostavno, i uobičajeno se rade aproksimacije pomoću pravaca.

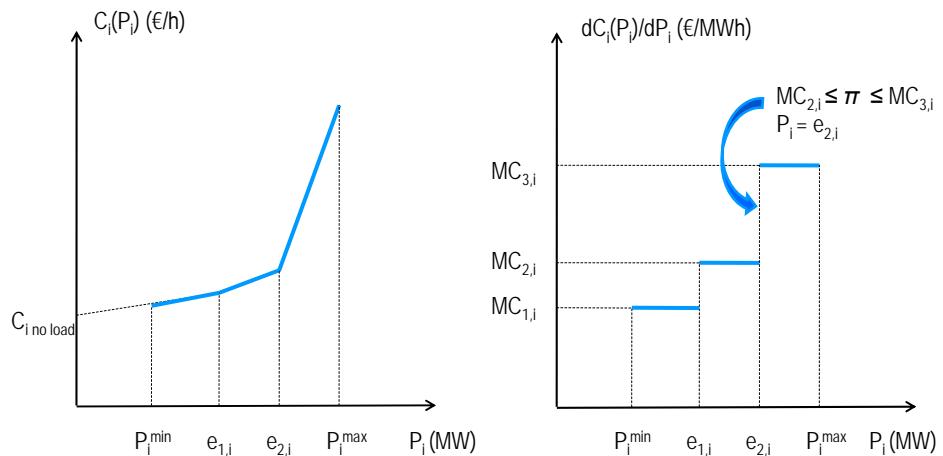
Prva slika prikazuje krivulju troška, a druga njezinu pripadajuću krivulju graničnog troška. S obzirom da smo krivulju troška aproksimirali pravcima u svakom segmentu proizvodnje, u tim segmentima su granični troškovi konstantni. To olakšava, tj. pojednostavljuje proces dispečiranja – uspoređujemo cijenu s graničnim troškom i po tome određujemo koliko ćemo proizvoditi (četiri slide-a prikazuje različite uvjete s obzirom na cijenu – na desnoj slici je cijena jednaka ili manja MC_1 , pa ćemo proizvoditi P_{\min}).

Krivulja troška i krivulja MC – s tri pravca



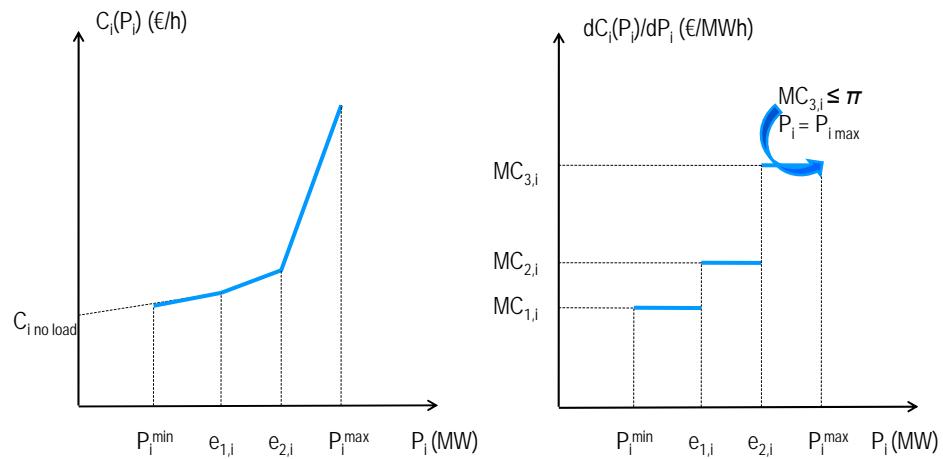
Cijena je negdje između MC_1 i MC_2 , pa ćemo proizvodnju postaviti na e_1 .

Krivulja troška i krivulja MC – s tri pravca



Cijena je negdje između MC_2 i MC_3 , pa ćemo proizvodnju postaviti na e_2 .

Krivulja troška i krivulja MC – s tri pravca



Cijena je MC_3 i MC_2 , pa ćemo proizvodnju postaviti na P_{\max} .

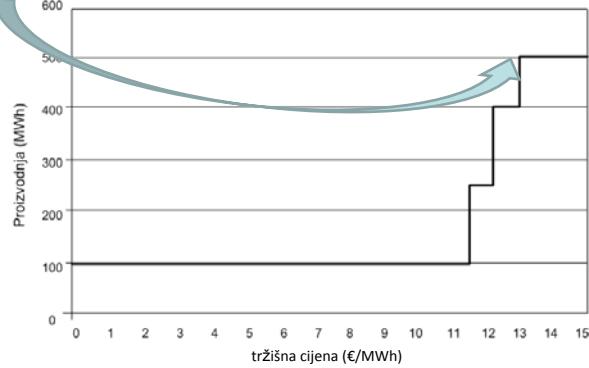
Pogled proizvođača - primjer 2.

Izračunaj granične cijene za dispečiranje ako je krivulja troška zadana sljedećim pravcima (to je primjer elektrane zadane s $C_i(P_i) = 143 + 10,66P_i + 0,0262P_i^2$):

$$100 \leq P_i \leq 250 : C_i(P_i) = 11.57P_i + 78.0 \text{ \$/h}$$

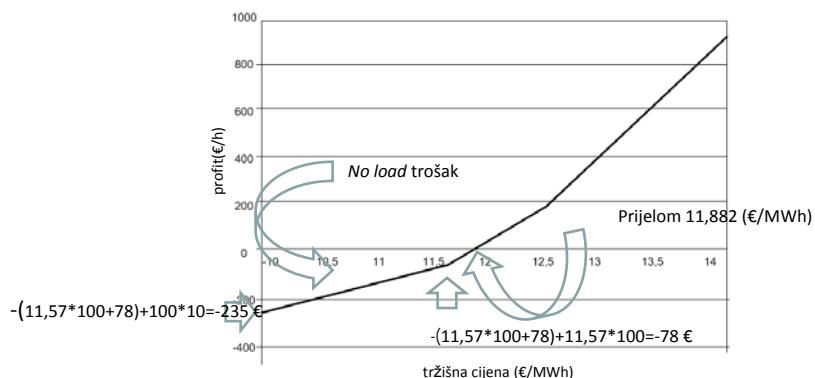
$$250 \leq P_i \leq 400 : C_i(P_i) = 12.35P_i - 117.0 \text{ \$/h}$$

$$400 \leq P_i \leq 500 : C_i(P_i) = 13.00P_i - 377.0 \text{ \$/h}$$



Profit od dispečiranja – primjer 3.

- Ako se TE (iz primjera 2.) ekonomski dispečira izračunaj ostvareni profit ako se tržišne cijene kreću od 10 do 14 €/MWh



No-load trošak je trošak održavanja elektrane na sustavu, bez da ona proizvodi električnu energiju. To je vrsta kvazi-fiksнog troška i uključuje troškove goriva. No, to uobičajeno nije moguće kod većine termolektrane pa ovaj pojam nema fizikalnu pozadinu, nego je samo pojam koji se koristi u ekonomskoj teoriji da iskaže onaj dio proizvodnje uz koji nema profita.

Vozni red (*scheduling*)

- Cijena je konstantna za 1 sat (može i manje)
- Cijena na tržištu varira
- Potrebna snaga varira (pravilo: proizvodnja jednaka potrošnji)
- Proizvodna snaga varira s izlaznom snagom
- *Start up* trošak dodatno je ograničenje
- I kada imamo *price taker* model (ili monopol) problem je vrlo složen (kako rasporediti svoje proizvodne jedinice da se ostvari max. profit)
- Još složeniji ako moramo predviđati cijenu i ostale specifične faktore (izlazak iz pogona, meteorologija, gospodarska kretanja i sl.)

Vozni red (*scheduling*) – primjer 4.

TE iz primjera 1. – optimalni raspored. *Start up* trošak iznosi 600 €

Krivilja troška jest: $C_i(P_i) = 143 + 10,66P_i + 0,0262P_i^2$

Sat	1	2	3	4	5	6	7
Spot cijena	12,00	13,00	13,50	10,50	12,50	13,50	11,50
Proizvodnja (<i>scheduling</i>)	258,00	450,00	500,00	100,00	354,00	500,00	161,00
Prihod	3096,00	5850,00	6750,00	1050,00	4425,00	6750,00	1851,50
Jed. proizvodni tr.	11,88	12,15	12,25	12,35	12,00	12,25	12,00
Pog. troškovi	3066,00	5467,00	6123,00	1235,00	4242,00	6123,00	1927,00
Startni troškovi	600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ukupni troškovi	3666,00	5467,00	6123,00	1235,00	4242,00	6123,00	1927,00
Profit	-570,00	383,00	627,00	-185,00	183,00	627,00	-76,00
Kumulativni profit	-570,00	-187,00	440,00	255,00	438,00	1065,00	989,00

Start-up trošak predstavlja kvazi-fiksni trošak – to je trošak pokretanja elektrane iz stanja potpune isključenosti u stanje potpune operabilnosti. Dizelske i plinske elektrane imaju niske strat-up troškove, jer mogu startati jako brzo, dok velike termolektrane na ugljen trebaju dugo vremena da postigne radne parametre (tlak i temperatura), pa su i povezani troškovi visoki. Kako bi se osigurala profitabilnost takvih elektrana, start-up troškove treba amortizirati tijekom dugog vremena. Ovo često podrazumijeva i rad elektrane tijekom sati u kojima radi s gubitkom, samo da se izbjegnu ovi veliki troškovi.

U ovom primjeru vidimo da su se start-up troškovi "vratili" nakon trećeg sata, ali u četvrtom satu elektrana radi s gubicima iako "vozi" na minimalnoj snazi.

Proizvodnja ili kupnja?

Proizvodnja u N jedinica ugovorenog energiju, L po satu. Proizvođač želi:

$$\min \sum_{i=1}^N C_i(P_i) \quad \text{uvjet } \sum_{i=1}^N P_i = L$$

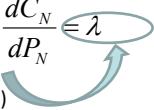
To čini Lagrangeova funkcija za koju vrijedi (λ je Lagrangeov množilnik):

$$l(P_1, P_2, \dots, P_N, \lambda) = \sum_{i=1}^N C_i(P_i) + \lambda \left(L - \sum_{i=1}^N P_i \right)$$

Uz parcijalne derivacije Lagrangeove funkcije i izjednačenjem s nulom (optimum) dobije se:

$$\begin{aligned} \frac{\partial l}{\partial P_i} &\equiv \frac{dC_i}{dP_i} - \lambda = 0 \quad \forall i=1, \dots, N \\ \frac{\partial l}{\partial \lambda} &\equiv \left(L - \sum_{i=0}^N P_i \right) = 0 \end{aligned} \quad \text{dobije se:} \quad \frac{dC_1}{dP_1} = \frac{dC_2}{dP_2} = \dots = \frac{dC_N}{dP_N} = \lambda$$

Shadow price (cijena u sjeni)



*Ako je spot cijena π manja od λ tada proizvođač kupuje na tržištu da smanji svoju cijenu, odn. reducira je na točku u kojoj postiže da je $dC_i/dP_i = \pi$ (traži likvidnost tržišta)

Cijena u sjeni (*shadow price*) – trošak proizvodnje dodatne jedinice MWh s bilo kojom od elektrana.

Proizvodnja ili kupnja? – primjer 5.

Proizvođač mora isporučiti tržištu 300 MW i to iz dvije TE i jedna protočna HE (40MW).

Krивulje troška su:

$$\text{Jedinica A: } C_A = 20 + 1.7P_A + 0.04P_A^2 \text{ €/h}$$

$$\text{Jedinica B: } C_B = 20 + 1.7P_B + 0.04P_B^2 \text{ €/h}$$

Varijabilni trošak HE jednak je 0, te vrijedi :

$$l = C_A(P_A) + C_B(P_B) + \lambda(L - P_A - P_B)$$

Varijabilni trošak HE jednak je 0 ($L = 300 - 40 = 260 \text{ MW}$), te vrijedi:

$$\frac{\partial l}{\partial P_A} = 1.7 + 0.08P_A - \lambda = 0 \quad \lambda = 10.67 \text{ €/ MWh}$$

$$\frac{\partial l}{\partial P_B} = 1.7 + 0.08P_B - \lambda = 0 \quad \text{odnosno: } P_A = 112.13 \text{ MW}$$

$$\frac{\partial l}{\partial \lambda} = L - P_A - P_B = 0 \quad P_B = 147.87 \text{ MW}$$

$$C = C_A(P_A) + C_B(P_B) = 1,651.63 \text{ €/ h}$$

Nesavršeno tržište (1) - još jednom ☺

- Ukupni profit firme koja raspolaže s više proizvođačkih jedinica je (P_f - snaga koju daje na tržište, $C_f(P_f)$ – minimalan trošak kombinacije):

$$\Omega_f = \pi \cdot P_f - C_f(P_f)$$

- Ali firma (položaj X_f) nije sama na tržištu već ima i konkurenca (položaj X_{-f}). Mora se pronaći takav položaj firme da si bolji ili bar jednak konkurenциji.
 - To se zove nekooperativna igra (*noncooperative game*).
 - Rješenje se zove Nashova ravnoteža (*Nash equilibrium*).
- Postoje tri modela za rješavanje:
 - Igra u cijeni (Bertrandov model).** Prodaje sve dok je cijena niža od cijene konkurenca:
$$\begin{aligned}\pi \cdot P_f &= \pi \cdot P_f(\pi_f, \pi^*_{-f}) \\ P_f(\pi_f, \pi^*_{-f}) &= P_f \quad \text{ako } \pi_f \leq \pi^*_{-f} \\ &= 0 \quad \text{u protivnom}\end{aligned}$$

Kod razmatranja interakcija na nesavršenom tržištu, posebice za tumačenje oligopola, koriste se elementi teorije igra. Nekooperativna igra podrazumijeva da nema dogovaranja među sudionicima tržišta (što je i zabranjeno), ali svatko će pretpostaviti da je ponašanje onog drugoga savršeno racionalno, tj. da svaki igrač na tržištu želi maksimizirati svoju korist (tj. profit). Dakle, to je igra, a rješenje te igre je Nasheva ravnoteža – ne mora nužno postojati.

Bertrandov model opisuje stratešku igru dvaju (ili više) poduzeća, u kojoj se ona bore za tržišnu prevlast provodeći **rat cijenama**. Svi učesnici igre nude homogene proizvode. Model podrazumijeva da su kupci savršeno dobro informirani, pa kupuju *isključivo od proizvođača koji nudi nižu cijenu*. Stoga onaj tko ponudi jeftinije osvaja čitavo tržište.

Nesavršeno tržište (2)

- Igra po količini (**Cournotov** model). Cijena se određuje prema ukupnoj količini na tržištu

$$\pi = \pi(P_f + P_{-f}) = \pi(P)$$

- Prihod firme je:

$$\pi \cdot P_f = \pi(P_f + P^*_{-f}) \cdot P_f$$

- odnosno marginalni prihod:

$$MR_f = \frac{\partial(\pi(P) \cdot P_f)}{\partial P_f} = \pi + \frac{\partial \pi}{\partial P} \cdot P_f$$

- Visoka osjetljivost na elastičnost potražnje. Obično su cijene po ovom modelu više nego stvarne cijene na tržištu.

Za razliku od prethodnog modela, ovdje se vodi igra količinama.

Bertrandovo rješenje – primjer (1)

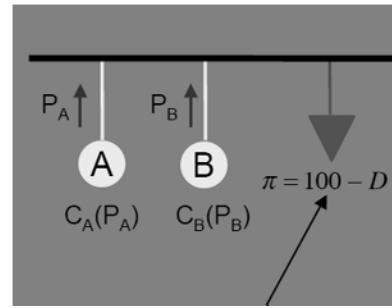
Neka je empirijski krivulja potražnje (D) zadana s:

$$\pi = 100 - D \text{ €/MWh}$$

Natječu se dvije firme s krivuljom troška:

$$C_A = 35 \cdot P_A \text{ €/h}$$

$$C_B = 45 \cdot P_B \text{ €/h}$$



Firma **A** će preuzeti cijelo tržište s cijenom nešto nižom od 45 €/MWh i preuzeti potražnju od 55 MWh i ostvariti profit $(45-35)*55 = 550$ €. Firma **B** neće proizvoditi.

Bertrandovo rješenje – primjer (1)

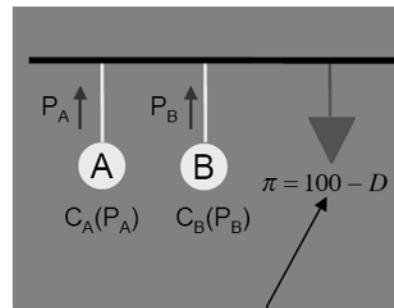
Neka je empirijski inverzna krivulja potražnje (D) zadana s:

$$\pi = 100 - D \text{ €/MWh}$$

Natječu se dvije firme s krivuljom troška:

$$C_A = 35 \cdot P_A \text{ €/h}$$

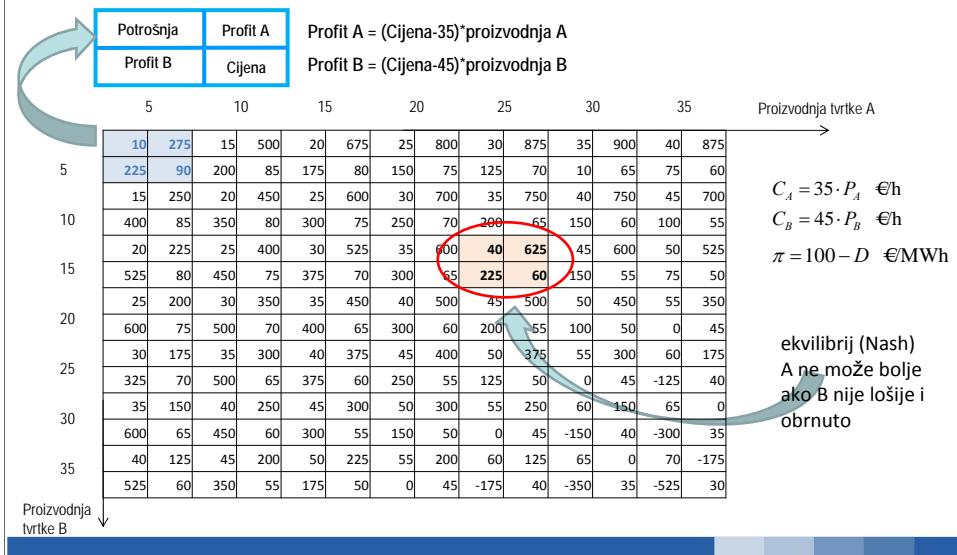
$$C_B = 45 \cdot P_B \text{ €/h}$$



Firma A će postaviti cijenu nešto ispod 45 €/MWh i uz potrošnju od potrošnju od 55 MWh
Ostvariti profit od oko 550 €. Ako firma B proizvodi ispod 45 radit će s gubitkom.

Dakle firma A ima tržište, a firma B ispada.

Cournotovo rješenje – primjer (2)



Cournotovo rješenje – primjer (3)

Pisano rješenje problema 4.8, uz inverznu krivulju potrošnje $\pi(D)$

$$C_A = 35 \cdot P_A \quad \text{€/h} \quad \pi = 100 - D \quad \text{€/M Wh}$$

$$C_B = 45 \cdot P_B \quad \text{€/h}$$

$$\Omega_A(P_A, P_B) = \pi(D) \cdot P_A - C_A(P_A)$$

$$\Omega_B(P_A, P_B) = \pi(D) \cdot P_B - C_B(P_B)$$

$$D = P_A + P_B$$

$$\frac{\partial \Omega_A}{\partial P_A} = \pi(D) - \frac{dC_A}{dP_A} + P_A \cdot \frac{d\pi}{dD} \cdot \frac{dD}{dP_A} = 0$$

$$\frac{\partial \Omega_B}{\partial P_B} = \pi(D) - \frac{dC_B}{dP_B} + P_B \cdot \frac{d\pi}{dD} \cdot \frac{dD}{dP_B} = 0$$

$$P_A = \frac{1}{2}(65 - P_B)$$

$$P_B = \frac{1}{2}(55 - P_A)$$

$$P_A = 25 \text{ MWh}, P_B = 15 \text{ MWh}, D = 40 \text{ MWh}, \pi = 60 \text{ €/MWh}$$

Derivacija profitne funkcije!!

Cournotovo rješenje – primjer - N firmi (4)

Neka je empirijski krivulja potražnje (D) zadana s:

$$\pi = 100 - D \text{ €/MWh}$$

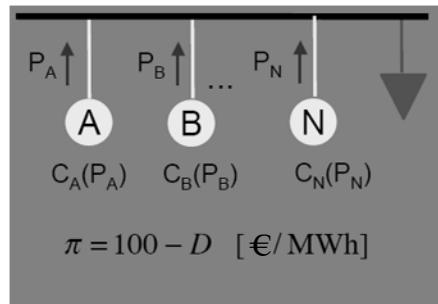
Natječu se N firmi s krivuljom troška:

$$C_A = 35 \cdot P_A \text{ €/h}$$

$$C_B = 45 \cdot P_B \text{ €/h}$$

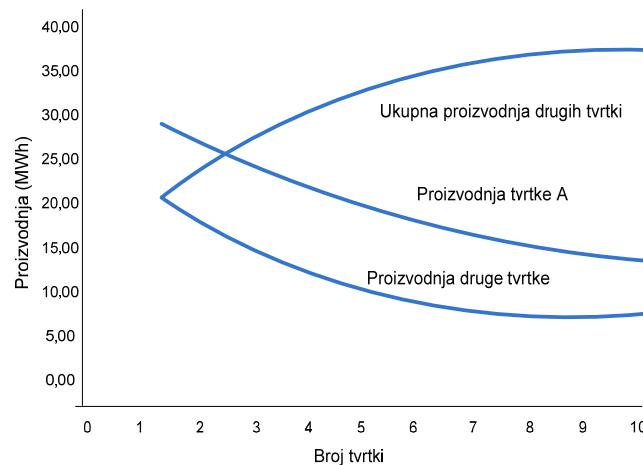
.....

$$C_N = 45 \cdot P_N \text{ €/h}$$



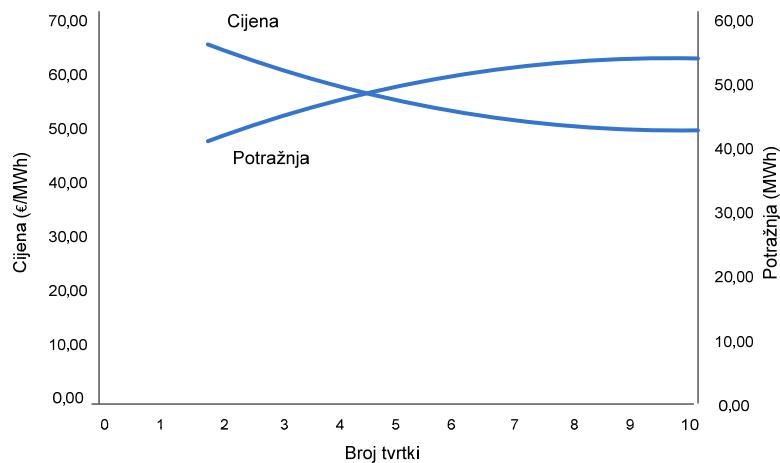
$$\pi = 100 - D \text{ [€/MWh]}$$

Cournotovo rješenje – primjer - N firmi (4)



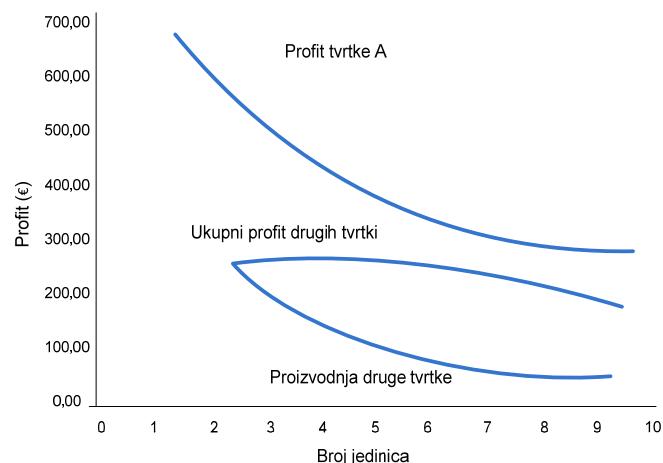
Tvrtak A uvijek ima manje troškove proizvodnje, pa uvijek proizvodi više.

Cournotovo rješenje – primjer - N firmi (5)



Porast broja tvrtki smanjuje tržišnu cijenu , čak i ako nove tvrtke imaju iste granične troškove proizvodnje kao postojeće. Cijena se približava 40 EUR što je MC tvrtki od B do N.

Cournotovo rješenje – primjer - N firmi (6)



Profiti se smanjuju s povećanjem igrača na tržištu.

$$P_f = P_f(\pi) \quad \forall f$$

Ekonomija u energetici

Opskrbna ravnoteža (*supply functions equilibria*)

- Budući da *Cournot*-ov model zapravo "utvrđuje" više cijene (zbog slabe elastičnosti proizvoda) razmišljati se i o drugim modelima. Jedan od tih modela jest model gdje pojedini proizvođač utvrđuje količinu temeljem cijene na tržištu odn. tzv. opskrbne funkcije

$$P_f = P_f(\pi) \quad \forall f$$

- Potrošnja koja se podmiruje jednaka je

$$D(\pi) = \sum P_f(\pi)$$

- Iz toga slijedi da je profit:

$$\Omega_f = \pi \cdot P_f - C_f(P_f) = \pi \cdot \left[D(\pi) - \sum_{-f} P_{-f}(\pi) \right] - C_f \cdot \left[D(\pi) - \sum_{-f} P_{-f}(\pi) \right] \quad \forall f$$

- Maksimiziranjem profita dobije se diferencijalna jednadžba

$$P_f = (\pi - \frac{dC_f(P_f)}{dP_f}) \cdot (-\frac{dD}{d\pi} + \sum_{-f} \frac{dP_{-f}(\pi)}{d\pi}) \quad \forall f$$

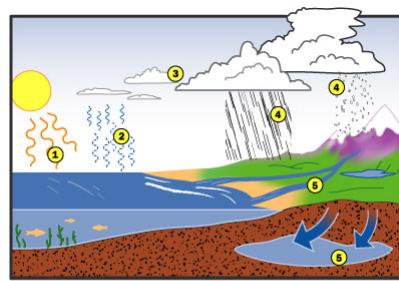
- Iterativnim se putem dobije: vrijednost π , D i P_f za svaki f (proizvodnju svakog proizvođača)

- Pitanje: Ima li smisla optimirati kratkoročni nastup?

- Odgovor: ponekad treba nastupati "neoptimalno" da bi se postigli dugoročni ciljevi (zadržavanje tržišnog udjela npr.)

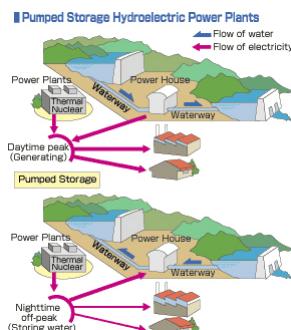
Crpno akumulacijska HE

Potencijalna energija vode



- ① The sun heats the ocean.
- ② Ocean water evaporates and rises into the air.
- ③ The water vapor cools and condenses to become droplets, which form clouds.
- ④ If enough water condenses, the drops become heavy enough to fall to the ground as rain and snow.
- ⑤ Some rain collects in ground wells. The rest flows through rivers back into the ocean.

Crpno akumulacijska HE



Elektrane s niskim graničnim troškovima

- **Nuklearne elektrane** (zanemarivo varijabilni trošak 5 do 15%). Mora raditi konstantno (18 mjeseci) i prodavati po "bilo kojoj" cijeni.
- **Hidroelektrane protočne** (*run-of-river*) – radi kada ima vode (tada je bazna elektrana)
- Hidroelektrane s akumulacijom – pravi "tržišni" proizvod (planiranje "vrijednosti vode" (*water value*))
- Obnovljivi (vjetar, sunce) – najčešće *feed in* tarifa, jer ovise o energentu i ne mogu se prilagođavati (slično kao i protočne HE)
- Pumpne HE – vrlo konkurentna – noć/dan (samo dio energije koju uzima može vratiti – cca 75%)

Izazov vlasnika elektrana s niskim graničnim troškovima – prihodi koji će pokriti visoke investicijske troškove!

Pumpne HE su hibridni sudionici na tržištu – mogu biti i potrošači i proizvođači!

Ekonomija u energetici

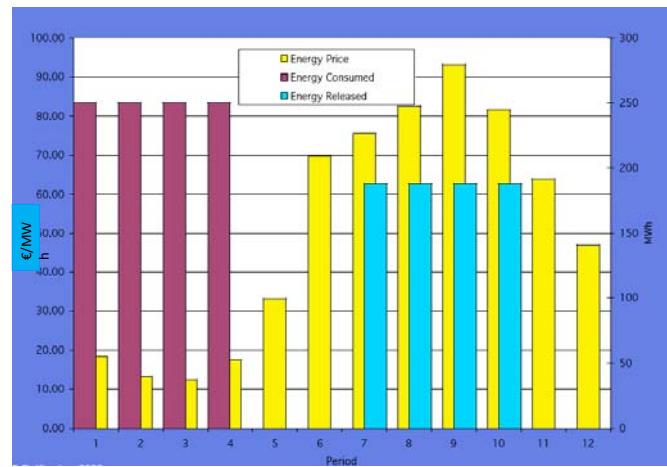
Pumpno akumulacijska HE (1)

Period	Cijena €/MWh	Potrošnja MWh	Proizvodnja MWh	Prihod €
1	18,30	250,00	-	4.575,00
2	13,20	250,00	-	3.300,00
3	12,50	250,00	-	3.125,00
4	17,40	250,00	-	4.350,00
5	33,30	-	-	-
6	69,70	-	-	-
7	75,40	-	187,50	14.137,50
8	82,40	-	187,50	15.450,00
9	93,20	-	187,50	17.475,00
10	81,40	-	187,50	15.262,50
11	63,70	-	-	-
12	46,90	-	-	-
Ukupno		1.000,00	750,00	46.975,00

Razmatra se pumpna HE sa spremnikom kapaciteta 1000 MWh i efikasnošću 75%. Pretpostavimo da treba 4 sata da se spremnik napuni ili isprazni. Operator elektrane je odlučioći u puni ciklus od 12 sati (sljedeći slide). Strategija je jednostavna – tijekom 4 sata najniže cijene će se voda pumpati u spremnik, a ispuštat će se tijekom 4 sata s najvišom cijenom.

U tablici su sumirani rezultati ovakve strategije. Samo je 750 MWh proizvedeno zbog efikasnosti elektrane. Ovakva strategija se pokazala profitabilnom.

Pumpno akumulacijska HE (2)





ZADACI ZA VJEŽBANJE ☺

Zadaci koji dolaze na MI

- 4.1 Cheapo Electrons is an electricity retailer. The table below shows the load that it forecast its consumers would use over a 6-h period. Cheapo Electrons purchased in the forward market and the power exchange exactly enough energy to cover this forecast. The table shows the average price that it paid for this energy for each hour. As one might expect, the actual consumption of its customers did not exactly match the load forecast and it had to purchase or sell the difference in the spot market at the prices indicated. Assuming that Cheapo Electrons sells energy to its customers at a flat rate of 24.00 \$/MWh, calculate the profit or loss that it made during this 6-h period. What would be the rate that it should have charged its customers to break even?

Period	1	2	3	4	5	6
Load Forecast (MWh)	120	230	310	240	135	110
Average cost (\$/MWh)	22.5	24.5	29.3	25.2	23.1	21.9
Actual load (MWh)	110	225	330	250	125	105
Spot price (\$/MWh)	21.6	25.1	32	25.9	22.5	21.5

- 4.2 The input-output curve of a gas-fired generating unit is approximated by the following function:

$$H(P) = 120 + 9.3 P + 0.0025 P^2 \text{ MJ/h}$$

This unit has a minimum stable generation of 200 MW and a maximum output of 500 MW. The cost of gas is 1.20 \$/MJ. Over a 6-h period, the output of this unit is sold in a market for electrical energy at the prices shown in the table below.

Period	1	2	3	4	5	6
Price (\$/MWh)	12.5	10	13	13.5	15	11

Assuming that this unit is optimally dispatched, is initially on-line and cannot be shut down, calculate its operational profit or loss for this period.

- 4.4 Assume that the unit of Problem 4.2 has a start-up cost of \$500 and that it is initially shut down. Given the same prices as in Problem 4.2, when should this unit be brought on-line and when should it be shut down to maximize its operational profit? Assuming that dynamic constraints do not affect the optimal dispatch of this generating unit.

- 4.5 Repeat Problem 4.4, taking into account that the minimum uptime of this unit is four hours.

- 4.6 Borduria Generation owns three generating units that have the following cost functions:

$$\text{Unit A: } 15 + 1.4 P_A + 0.04 P_A^2 \text{ $/h}$$

$$\text{Unit B: } 25 + 1.6 P_B + 0.05 P_B^2 \text{ $/h}$$

$$\text{Unit C: } 20 + 1.8 P_C + 0.02 P_C^2 \text{ $/h}$$

How should these units be dispatched if Borduria Generation must supply a load of 350 MW at minimum cost?

- 4.7 How would the dispatch of Problem 4.6 change if Borduria Generation had the opportunity to buy some of this energy on the spot market at a price of 8.20 \$/MWh?

- 4.8 If, in addition to supplying a 350-MW load, Borduria Generation had the opportunity to sell energy on the electricity market at a price of 10.20 \$/MWh, what is the optimal amount of power that it should sell? What profit would it derive from this sale?

- 4.9 Repeat Problem 4.8 if the outputs of the generating units are limited as follows:

$$P_A^{\text{MAX}} = 100 \text{ MW}$$

$$P_B^{\text{MAX}} = 80 \text{ MW}$$

$$P_C^{\text{MAX}} = 250 \text{ MW}$$

Zadaci koji dolaze na MI

- 4.10 Consider a market for electrical energy that is supplied by two generating companies whose cost functions are

$$C_A = 36 \cdot P_A \$/\text{h}$$

$$C_B = 31 \cdot P_B \$/\text{h}$$

The inverse demand curve for this market is estimated to be

$$\pi = 120 - D \$/\text{MWh}$$

Assuming a Cournot model of competition, use a table similar to the one used in Example 4.8 to calculate the equilibrium point of this market (price, quantity, production and profit of each firm).
(Hint: Use a spreadsheet. A resolution of 5 MW is acceptable)

itd.... ☺

- 4.11 Write and solve the optimality conditions for Problem 4.10.

- 4.12 Consider the pumped hydro plant of Example 4.10 and the price profile shown in the table below. Assuming that the operator uses the same strategy as in the example (reservoir initially empty, pumping during four hours of lowest prices and turbines during four hours of highest prices), calculate the profit or loss that this plant would make during this cycle of operation. Determine the value of the plant efficiency that would make the profit or loss equal to zero.

Period	1	2	3	4	5	6
Price (\$/MWh)	40.92	39.39	39.18	40.65	45.42	56.34
Period	7	8	9	10	11	12
Price (\$/MWh)	58.05	60.15	63.39	59.85	54.54	49.50



HVALA NA POZORNOSTI

Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

Mr.sc.Vesna Bukarica

OCJENA ISPLATIVOSTI INVESTIRANJA

Sadržaj predavanja

- Procjena investicijskih projekata
- Novčani tokovi projekta
- Vremenska vrijednost novca
- Metode financijskog odlučivanja
- Procjena novčanih tokova projekta
- Procjena troškova u životnom ciklusu projekta (*Life cycle cost analysis -LCCA*)

Procjena investicijskih projekata (1)

- Investicija – ulaganje novčanih sredstava radi stjecanja ekonomskih koristi (profita)
- Dijele se na:
 - financijske (ulaganje u financijsku imovinu - dionice, obveznice, fondove): likvidnost, laka identifikacija veličine investicije i prinosa
 - realne (ulaganje u materijalnu imovinu – za produktivno korištenje kroz određenu poslovnu aktivnost): teža procjena vrijednosti investicije i prinosa
- Projekti u energetskom sektoru (elektrane, vodovi, transformatorske stanice) kao i projekti na strani potrošnje energije (energetska učinkovitost) su investicije u realnu imovinu

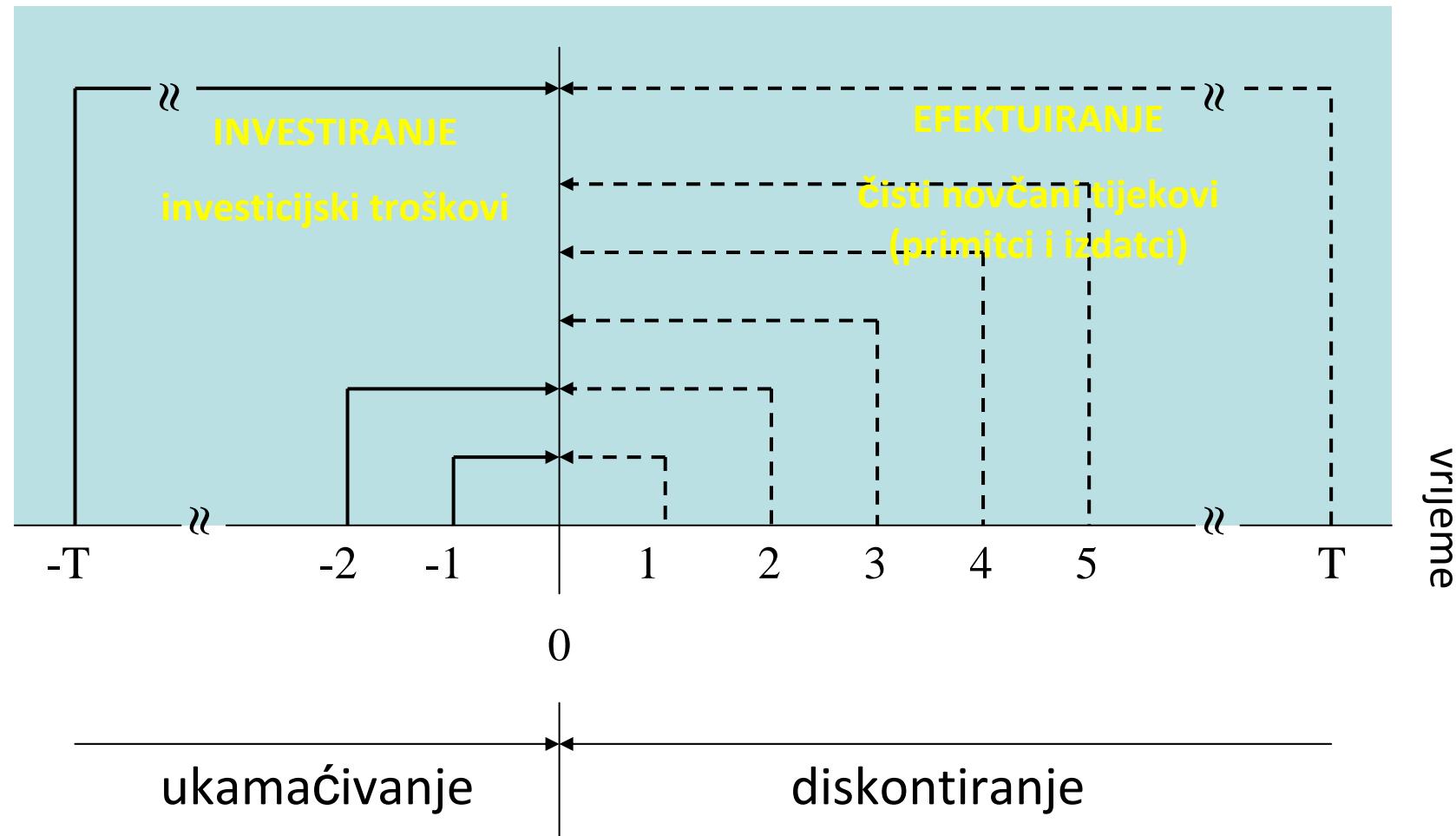
Procjena investicijskih projekata (2)

- Usporedba različitih investicijskih mogućnosti – 4
glavne značajke investicijskih projekata:
 - Dugoročni karakter (vezivanje novca u druge oblike imovine; slaba utrživost imovine)
 - Vremenski raskorak između ulaganja i efekata ulaganja (**koncept vremenske vrijednosti novca**)
 - Potrebno je vrijeme da se realna imovina sposobi za profitabilnu uporabu
 - Međuvisnost investiranja i financiranja (tržište kapitala)
 - Rizik i neizvjesnost
 - ulaganje u sadašnjosti radi postizanja određenih efekata u budućnosti nosi rizik!

Novčani tokovi projekta

- Novčani tokovi:
 - primitci
 - izdatci
 - **čisti novčani tok = primitci-izdatci**
- Životni vijek projekta
 - **razdoblje investiranja** - vrijeme potrebno da se investicija osposobi za generiranje pozitivnih novčanih tokova
 - **razdoblje efektuiranja** - razdoblje u kojem investicijski projekt stvara pozitivne novčane tokove (profit)
- Financijska efikasnost projekta određena je veličinom i dinamikom novčanih tokova
- Vremenski raskorak između ulaganja i efekata ulaganja

Klasifikacija novčanih tokova projekta

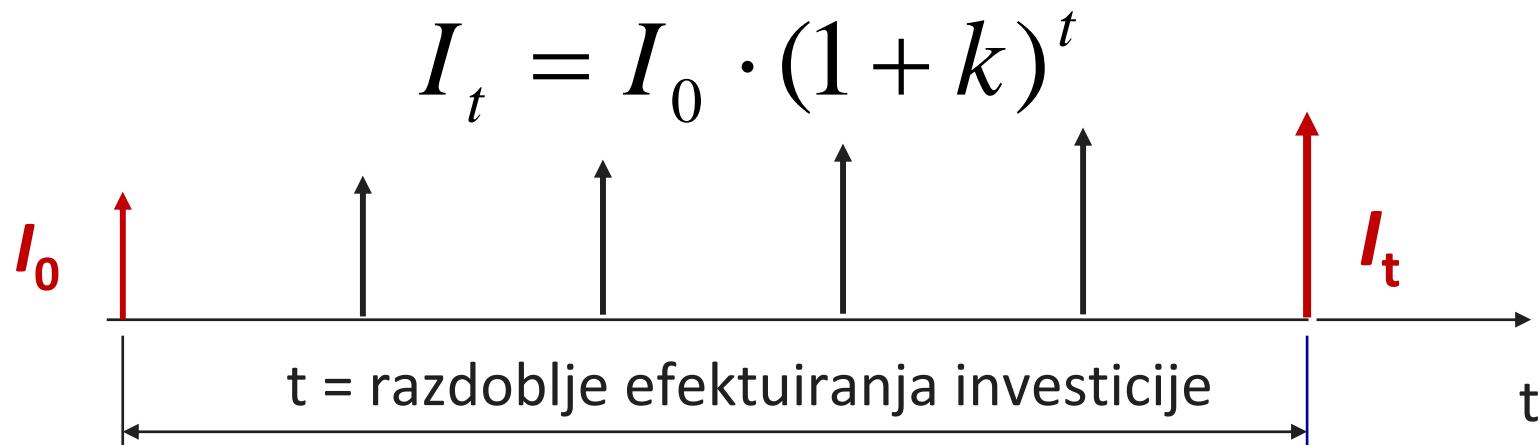


Vremenska vrijednost novca

- Što više vrijedi: 5.000 kn danas ili 5.000 kn za godinu dana?
- Inflacija označava opći porast razine cijena (gotovo uvijek pozitivna – cijene rastu)
 - Obrana poznatim ekonomskim instrumentima (kontrolirani porast)
 - Iznimka Japan – deflacija – pad cijena – usporavanje ekonomije – nepoznato područje
- Novac vrijedi više danas nego sutra jer:
 - ispravnim ulaganjem možemo uvećati današnji kapital
 - budućnost donosi rizik
- Vremenska vrijednost novca mjeri se diskontnom stopom → **diskontirani novčani tok temelj je financijske analize**

Ukamaćivanje

- Svođenje vrijednosti novčanih tokova na trenutak u budućnosti

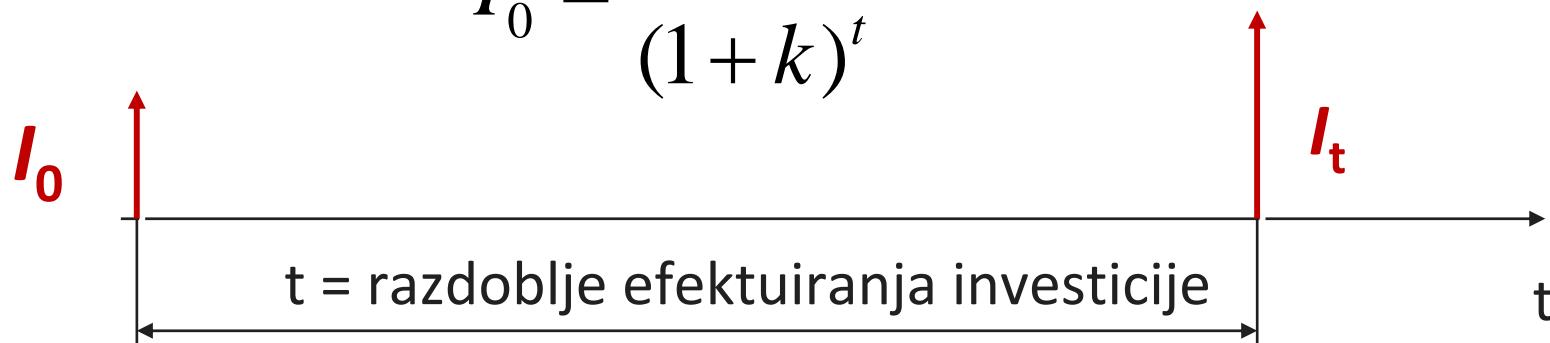


I_0 = sadašnja vrijednost; I_t = vrijednost nakon t godina;
 k = kamatna stopa

Diskontiranje (aktualiziranje)

- Svođenje budućih novčanih tokova na sadašnju vrijednost

$$I_0 = \frac{I_t}{(1 + k)^t}$$



I_0 = aktualizirana vrijednost novca; I_t = vrijednost novca nakon t god;

k = diskontna stopa

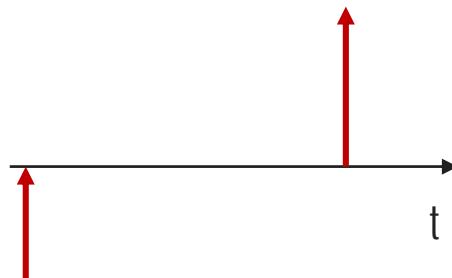
Diskontni faktor

$$\frac{1}{(1+k)^t}$$

		Diskontna stopa (k)						
		4	6	8	10	12	14	16
Godina (t)	1	0.962	0.943	0.926	0.909	0.893	0.877	0.862
	2	0.925	0.890	0.857	0.826	0.797	0.769	0.743
	3	0.889	0.840	0.794	0.751	0.712	0.675	0.641
	4	0.855	0.792	0.735	0.683	0.636	0.592	0.552
	5	0.822	0.747	0.681	0.621	0.567	0.519	0.476
	6	0.790	0.705	0.630	0.564	0.507	0.456	0.410
	7	0.760	0.665	0.583	0.513	0.452	0.400	0.354
	8	0.731	0.627	0.540	0.467	0.404	0.351	0.305
	9	0.703	0.592	0.500	0.424	0.361	0.308	0.263
	10	0.676	0.558	0.463	0.386	0.322	0.270	0.227

Tipovi ulaganja

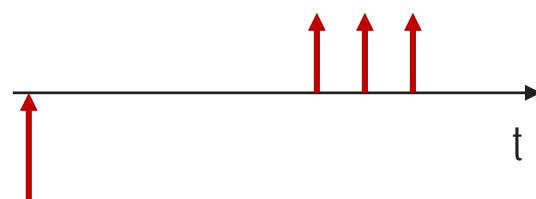
jednokratno ulaganje – jednokratni efekti (PI-PO)



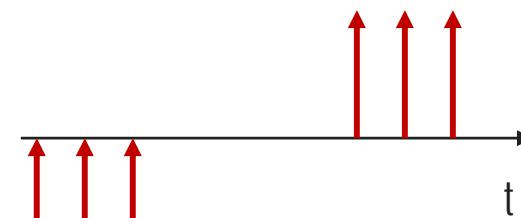
višekratno ulaganje – jednokratni efekti (CI-PO)



jednokratno ulaganje – višekratni efekti (PI-CO)



višekratno ulaganje – višekratni efekti (CI-CO)



Metode financijskog odlučivanja

- Razdobljepovrata
- Diskontirano razdoblje povrata
- **Čista sadašnja vrijednost Interna stopa profitabilnosti (rentabilnosti)**
- Indeks profitabilnosti
- Kriterij anuiteta

Metoda razdoblja povrata, eng. *payback period* (1)

$$I = \sum_{t=1}^{t_p} V_t = \sum_{t=1}^{t_p} (P_t - Z_t)$$

- godišnji primitci (P_t)
- godišnji izdatci (Z_t)
- čisti novčani tokovi po godinama (V_t)
- iznos investicije (I)
- razdoblje povrata (t_p) odn. razdoblje za koje će se investicija vratiti (omjer investicija/ušteda u slučaju jednakih novčanih tokova)

Kriterij izbora: $\min t_p, t_p < t_z$

(izabire se projekt s najkraćim vremenom povrata investicije)

Metoda razdoblja povrata (2)

- Kada su novčani tokovi jednaki u svim godinama:
 - razdoblje povrata = investicija / godišnji čisti novčani tok
- Projekti energetske učinkovitosti:
 - godišnji čisti novčani tijek = godišnja ušteda na računu za energiju
- **Primjer 1:** Investicija u štedljivu rasvjetu od 100 NJ (NJ - novčanih jedinica) donijet će godišnje uštede na računu za energiju od 20 NJ.
 - razdoblje povrata : $100 / 20 = 5$ godina
- **Primjer 2:** dvije opcije:
 - A: investicijski trošak 100 NJ, vrijeme efektuiranja 6 god.
 - B: investicijski trošak 120 NJ, vrijeme efektuiranja 10 god.
 - Godišnje uštede: 20 NJ za obje opcije

Metoda razdoblja povrata (3)

Godina	Projekt	
	A	B
0	-100	-120
1	20	20
2	20	20
3	20	20
4	20	20
5	20	20
6	20	20
7		20
8		20
9		20
10		20
Vrijeme povrata	5	6

- Bolji je projekt A???

Metoda razdoblja povrata (4)

- Jednostavna za upotrebu
- Ne uzima u obzir vremensku vrijednost novca (tj. jednakо tretira novčane tokove nastale u različitim trenutcima)
- Ne analizira razdoblje nakon povrata investicije (ograničava se na $t < t_p$)
- Ako projekti imaju jednaka razdoblja povrata, ne znači da su jednakо isplativi
- Nije mјera profitabilnosti!

Metoda diskontiranog razdoblja povrata, eng. *discounted payback (1)*

$$I = \sum_{t=1}^{t_p} \frac{V_t}{(1+k)^t} = \sum_{t=1}^{t_p} \frac{(P_t - Z_t)}{(1+k)^t}$$

- godišnji primitci (P_t)
- godišnji izdatci (Z_t)
- iznos investicije (I)
- diskontna stopa (k)
- razdoblje povrata (t_p)

Kriterij izbora: $\min t_p, t_p < t_z$

(izabire se projekt s najkraćim vremenom povrata investicije)

Metoda diskontiranog razdoblja povrata (2)

- Primjer:
 - tri opcije
 - investicijski trošak: 200 NJ za sva tri projekta
 - različiti godišnji čisti novčani tokovi
 - diskontna stopa: 10%

Godina	1	2	3	4	5	6	7	8
A	45	45	45	45	45	45	45	45
B	80	70	60	50	40	30	20	10
C	10	20	30	40	50	60	70	80

Metoda diskontiranog razdoblja povrata (3)

Godina	Projekt			Projekt		
	A	B	C	A	B	C
	novčani tok			diskonrirani novčani tok		
0	-200	-200	-200	-200	-200	-200
1	45	80	10	40.91	72.73	9.09
2	45	70	20	37.19	57.85	16.53
3	45	60	30	33.81	45.08	22.54
4	45	50	40	30.74	34.15	27.32
5	45	40	50	27.94	24.84	31.05
6	45	30	60	25.40	16.93	33.87
7	45	20	70	23.09	10.26	35.92
8	45	10	80	20.99	4.67	37.32
Vrijeme povrata	5	3	6	7	4	8

Metoda diskontiranog razdoblja povrata (4)

- Uzima u obzir vremensku vrijednost novca
- Ne razmatra cjelokupni vijek efektuiranja
- Zanemaruje ukupnu profitabilnost

Metoda čiste sadašnje vrijednosti, eng. *net present value - NPV* (1)

- Temeljni kriterij finansijskog odlučivanja
- Svođenje svih novčanih tokova na sadašnju vrijednost

općenito

$$S_0 = \sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

jednaki novčani
tokovi (jednake
god. uštede)

$$S_0 = V_t \frac{(1+k)^t - 1}{(1+k)^t \cdot k} - I_0$$

Metoda čiste sadašnje vrijednosti (2)

- Kriterij odlučivanja:
 $S_0 > 0; \max S_0$
- Čista sadašnja vrijednost ovisi o odabranoj diskontnoj stopi
- **Primjer:** Investicijski troškovi: 200 NJ, jednaki godišnji novčani tokovi od 40 NJ, različite diskontne stope

Metoda čiste sadašnje vrijednosti (3)

Godina	novčani tijek	Diskontna stopa			
		5	10	15	20
0	-200	-200.00	-200.00	-200.00	-200.00
1	40	38.10	36.36	34.78	33.33
2	40	36.28	33.06	30.25	27.78
3	40	34.55	30.05	26.30	23.15
4	40	32.91	27.32	22.87	19.29
5	40	31.34	24.84	19.89	16.08
6	40	29.85	22.58	17.29	13.40
7	40	28.43	20.53	15.04	11.16
8	40	27.07	18.66	13.08	9.30
S	120	58.53	13.40	-20.51	-46.51

Metoda čiste sadašnje vrijednosti (4)

Primjer: Vlasnik zgrade želi instalirati termostatske ventile.

- Koristeći sljedeće podatke odredite je li investicija isplativa:

• investicija	I_0	2.300 kn
• godišnje uštede energije	Q	19.000 kWh/god
• cijena energije	E	0,03 kn/kWh
• vrijeme efektuiranja	T	10 god
• nominalna diskontna stopa	k_n	34%
• inflacija	i	25%

- **Rješenje:**

- realna diskontna stopa:
$$k = \frac{k_n - i}{1 + i} = \frac{0,34 - 0,25}{1 + 0,25} = 0,07 = 7\%$$

Metoda čiste sadašnje vrijednosti (5)

- **Rješenje (nastavak):**

- godišnje uštede:

$$V = E \cdot Q = 19.000 \cdot 0,03 = 570 \text{ kn/god}$$

- čista sadašnja vrijednost:

$$S = V \cdot \frac{1 - (1 + k)^{-T}}{k} - I_0 = 570 \cdot \frac{1 - (1 + 0,07)^{-10}}{0,07} - 2.300 = 1.703 \text{ kn}$$

- Čista sadašnja vrijednost > 0 → **projekt je isplativ**

Metoda čiste sadašnje vrijednosti (6)

- Uključuje vremensku vrijednost novca
- Promatra cijeli period efektuiranja, a ne samo do trenutka povrata kapitala
- Realno procjenjuje vrijednosti različitih projekata
- Pozitivna čista sadašnja vrijednost ukazuje na povećanje vrijednosti tvrtke
- Osjetljiva na izbor diskontne stope

Metoda interne stope profitabilnosti, eng.

internal rate of return - IRR (1)

- Diskontna stopa uz koju je čista sadašnja vrijednost projekta jednaka nuli

$$S_0 = 0 \rightarrow \sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+R)^t} - I_0 = 0$$

$$I_0 = \sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+R)^t}$$

Metoda interne stope profitabilnosti (2)

- IRR je diskontna stopa koja svodi čiste novčane tokove projekta u cijelom vijeku efektuiranja na vrijednost investicijskog troška
- **Uz tu stopu ostvaruje se granična (nulta) sadašnja vrijednost projekta**
- IRR je stopa profitabilnosti projekta
- Kriterij izbora: $R \geq R_z$, gdje je R_z -trošak kapitala tvrtke

Metoda interne stope profitabilnosti (3)

Primjer:

- $I=200$, $V_t=60$, $T=5\text{ god}$

$$200 = \sum_{t=1}^5 \frac{60}{(1+R)^t}$$

- Iterativni postupak
- $R=15.24\%$

		Diskontna stopa			
		10	15	16	15.24
God.	novčani tok	diskontirani novčani tok			
		0	-200	-200	-200
1	60	54.55	52.17	51.72	52.07
2	60	49.59	45.37	44.59	45.18
3	60	45.08	39.45	38.44	39.21
4	60	40.98	34.31	33.14	34.02
5	60	37.26	29.83	28.57	29.52
S	100	27.45	1.13	-3.54	-0.01

Metoda interne stope profitabilnosti (4)

- Uključuje vremensku vrijednost novca
- Promatra cijeli period efektuiranja
- **Objektivno određuje diskontnu stopu**
- Iterativni proračun

Metoda indeksa profitabilnosti (1)

- Dodatni kriterij u odlučivanju
- Uzima u obzir vremensku vrijednost novca

$$P_I = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t}}{I} \quad P_I = \frac{V_t \cdot \frac{(1+k)^T - 1}{(1+k)^T \cdot k}}{I}$$

- Kriterij odabira: $P_I > 1$, $\max P_I$
- Dopunjuje čistu sadašnju vrijednost:
između projekata s jednakim ili sličnim čistim sadašnjim
vrijednostima izabire one s manjim investicijskim troškovima -
manje kapitalno intenzivne projekte

Metoda indeksa profitabilnosti (2)

- Odnos koristi i žrtava (eng. *benefit-cost ratio*)

$$B_C = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{c_t P_t}{(1+k)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{c_t I_t}{(1+k)^t} + I}$$

- $c_t P_t$ – godišnji novčani primitci
- $c_t I_t$ – godišnji novčani izdaci
- Favorizira projekte manje opterećene kapitalom

Kriterij anuiteta

- Koristi i žrtve projekta ne sagledava u njihovoj ukupnoj sadašnjoj vrijednosti već u prosječnim godišnjim iznosima → svi novčani iznosi se svode na prosječnu godišnju veličinu anuitetskim faktorom:

$$a = \frac{(1 + k)^t \cdot k}{(1 + k)^t - 1}$$

- Anuiteti se izračunavaju tako da se primjeni na sadašnju vrijednost ukupnih novčanih iznosa (investicija i čisti novčani tokovi)

$$A_i = I \cdot a$$

$$AV = a \cdot \sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1 + k)^t}$$

$$A_v \geq A_i$$

Zaključno o metodama finansijskog odlučivanja

- Sve metode imaju određene prednosti i nedostatke - nema najbolje metode
- Za ocjenu isplativosti projekta dobro je koristiti više metoda, a najprimijerenije su za usporedbu različitih investicijskih opcija
- Za početak → jednostavno razdoblje povrata

Primjer – zadatak za vježbu (domaća zadaća)

- Ugradnja uređaja za rekuperaciju otpadne topline u sustavu grijanja poslovne zgrade:

• investicijski trošak	$I=80.000 \text{ kn}$
• godišnja ušteda električne energije:	30.000 kWh
• cijena električne energije:	50 lp/kWh
• vrijeme efektuiranja:	10 godina
• diskontna stopa:	10%

Primjer - rješenja

- Razdoblje povrata: 5,33 god.
- Diskontirano razdoblje povrata: 7,9 god.
- Čista sadašnja vrijednost: 12.168 kn
- Interna stopa profitabilnosti: 13,4%
- Indeks profitabilnosti: 1,15

Problemi kod ocjene isplativosti projekta

- Određivanje diskontne stope
- Procjena budućih novčanih tokova npr. buduće cijene energije kod energetske učinkovitosti ili gradnje elektrane?

Diskontna stopa

- Metode koje koriste diskontiranje uvelike ovise o odabranoj diskontnoj stopi
- Diskontna stopa je različita za svaku tvrtku
- Određuje se kao trošak kapitala tvrtke
 - ponderirani prosječni trošak kapitala (*WACC - weighted average cost of capital*) – taj trošak tvrtka očekuje za plaćanje financiranja imovine
- *WACC* predstavlja diskontnu stopu u metodi čiste sadašnje vrijednosti

Trošak kapitala

- Kako tvrtka može osigurati novac za investicijski projekt?
 - dionice,
 - dug (obveznice, krediti),
 - vlastita sredstva (zadržana dobit) i
 - sl.
- Svaka komponenta kapitala ima svoj trošak npr. (E – vlastita sredstva (*equity*); D – dug (*debt*); R_e cijena vlastitih sredstava, R_d – cijena duga i T_c – korporacijski porez):

$$WACC = \frac{E}{E+D} * R_e + \frac{D}{E+D} * R_d * (1 - T_c)$$

Ponderirani prosječni trošak kapitala

Komponenta kapitala	Trošak komponente	Ponder	Ponderirani trošak komponente
Dionice	12%	40%	4,8%
Dug	8%	30%	2,4%
Zadržana dobit	14%	30%	4,2%
Ponderirani prosječni trošak kapitala		100%	11,4%

Procjena novčanih tokova projekta (*cash flow*)

- Za projekte energetske učinkovitosti čisti novčani tokovi predstavljaju smanjenje izdataka za energente
 - što čini novčane tokove kod projekta izgradnje elektrane?
- Uštedu energenata (energije) može se prilično točno izračunati
 - Kao i proizvodnju električne energije iz elektrane (?)
- Nepoznanica je buduća cijena energenata (energije) - treba je prognozirati
- U obzir treba uzeti i način financiranja projekta:
 - nije svejedno financira li se projekt iz vlastitih sredstava ili putem kredita
 - kredit donosi i trošak kamata
- U procjenu ulaze porez na dobit i eventualne porezne olakšice

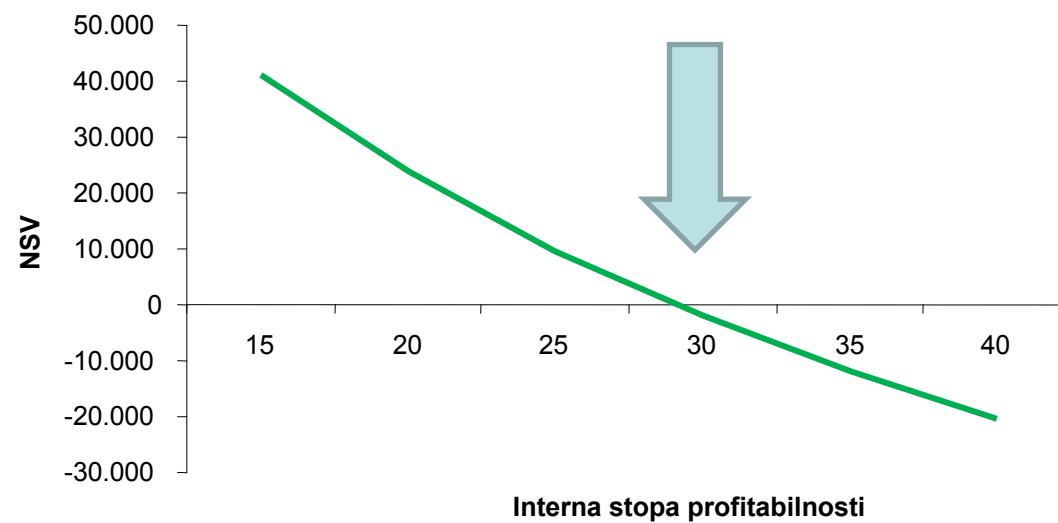
Procjena novčanih tijekova projekta - princip i forma

Novčani tokovi	Godina					
	0	1	2	3	4	5
Investicija	160.000					
Financiranje:						
vlastiti kapital	100.000					
kredit	60.000					
trošak kredita		29.000	26.000	23.000		
Čiste uštede		60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Čisti tok novca	(100.000)	31.000	34.000	37.000	60.000	60.000
Akumulirani tok novca	(100.000)	(69.000)	(35.000)	2.000	62.000	122.000
Čisti tok novca	(100.000)	31.000	34.000	37.000	60.000	60.000
Akumulirani tok novca	(100.000)	(69.000)	(35.000)	2.000	62.000	122.000
Diskontni faktor (d)	1	0,939	0,882	0,828	0,777	0,730
Sadašnja vrijednost (SV)	(100.000)	29.110	29.980	30.640	46.640	43.800
Akumulirana sadašnja vrijednost	(100.000)	(70.890)	(40.910)	(10.270)	36.370	80.170

Interna stopa profitabilnosti (1)

- Kako je:
- $0 = SV_0 + SV_1/(1-k)^1 + SV_2/(1-k)^2 + SV_3/(1-k)^3 + SV_4/(1-k)^4 + SV_5/(1-k)^5$
- Odnosno nakon uvrštenja
- $0 = -100.000 + 29.110/(1-k)^1 + 29.980/(1-k)^2 + 30.640/(1-k)^3 + 46.640/(1-k)^4 + 43.800/(1-k)^5$
- Uz iterativni postupak ili grafički postupak (nasumično uvrštenje vrijednost k) dobivamo

Interna stopa profitabilnosti (2)



Procjena novčanih tijekova projekta - princip i forma (detaljnije)

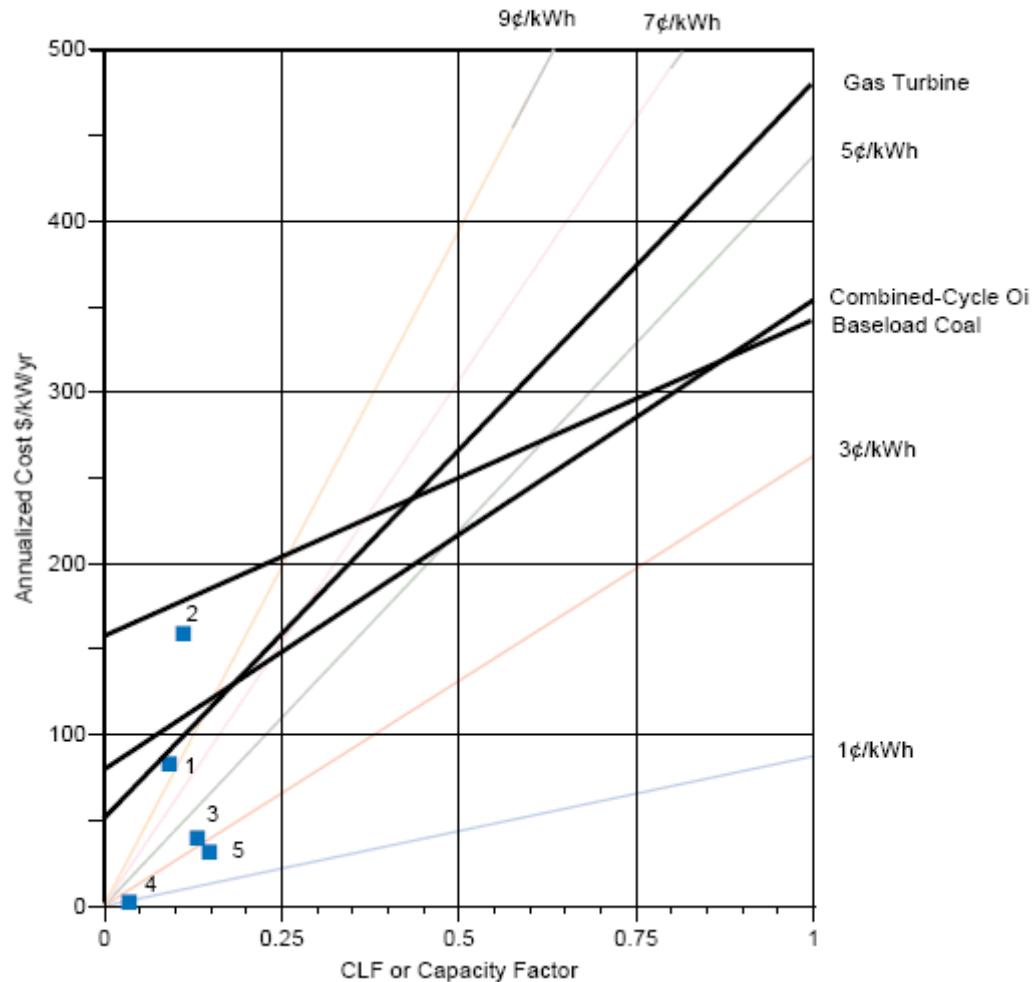
Novčani tokovi		Godina									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	Investicija										
	Financiranje:										
B	Vlastiti kapital										
C	Kredit										
D	Glavnica										
E	Kamate										
F	Uštede:										
G	Ukupne uštede										
H	Operativni troškovi										
I	Čiste uštede prije poreza										
J	Amortizacija										
K	Uštede prije poreza										
L	Porez										
M	Porezne olakšice										
N	Čiste uštede nakon poreza										
O	Čisti tok novca										
P	Akumulirani tok novca										
Q	Diskontni faktor										
R	Sadašnja vrijednost (SV)										
S	Akumulirana SV										

Procjena troškova u životnom ciklusu projekta *(Life Cycle Cost Analysis)*

- Analiza prihoda i rashoda kroz čitav predviđeni životni vijek proizvoda/sustava
- Vrlo značajna za projekte energetske učinkovitosti
- Svodi sve troškove na sadašnju vrijednost
- **Troškovi tipično uključuju:**
 - početnu investiciju (zemljište, projektiranje, građevinski radovi, oprema),
 - operative troškove (troškovi energije i vode),
 - troškove održavanja,
 - troškove zamjene opreme (prema očekivanom životnom vijeku opreme)
 - troškove dekomisije i odlaganja,
 - ostale troškove (razne naknade, porezi i sl.).

Energetska učinkovitost vs. nove elektrane (screening curve)

- CLF (*Conservation Load Factor*) = Prosječne godišnje uštede snage / Smanjenje vršnog opterećenja
- Analogno faktoru opterećenja elektrane
- Sve EnU alternative na slici (osim br.2) su konkurentne plinskoj turbini



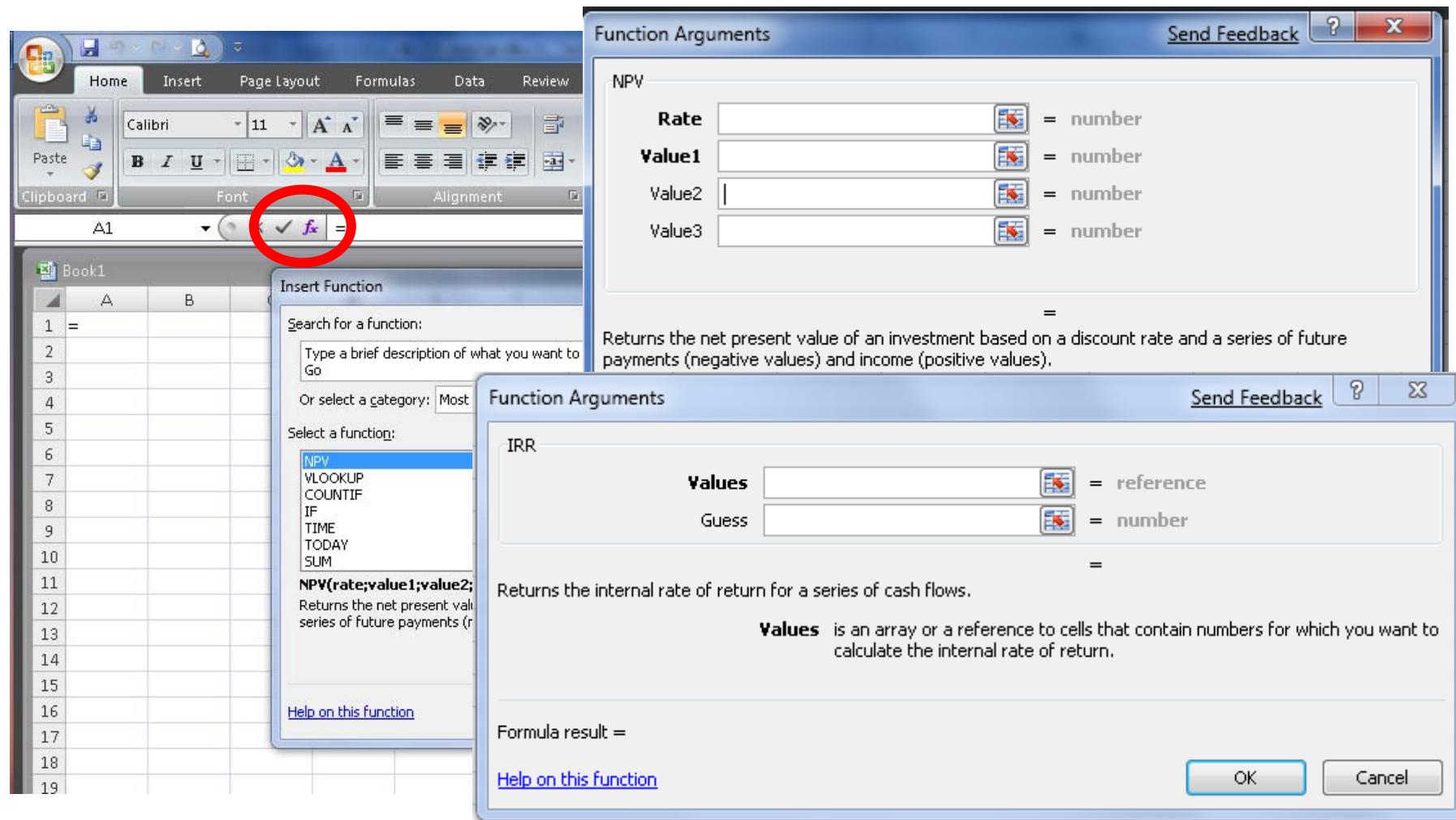
Dodatna literatura o metodama financijskog odlučivanja...

- Materijali u mapi “Materijali za čitanje”
- Silvije Orsag: Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, 2002.

Tablični modeli u ekonomiji

- Mi koristimo Microsoft Excel
- Umjesto ručnog računanja ugrađene gotove funkcije
 - IRR
 - NPV
 - ...
- Potrebno minimalno predznanje rada u Excelu

Tablični modeli u ekonomiji



Kako s Excelom doći na “ti”...

- Osim literature dostupne i u knjižnici FER-a, on-line:
 - <http://www.baycongroup.com/el0.htm>
 - <http://www.usd.edu/trio/tut/excel/>
 - <http://www.bized.co.uk/timeweb/excel.htm>
 - http://www.economicsnetwork.ac.uk/archive/richard_green/

Učenje *on-the-job* (1)

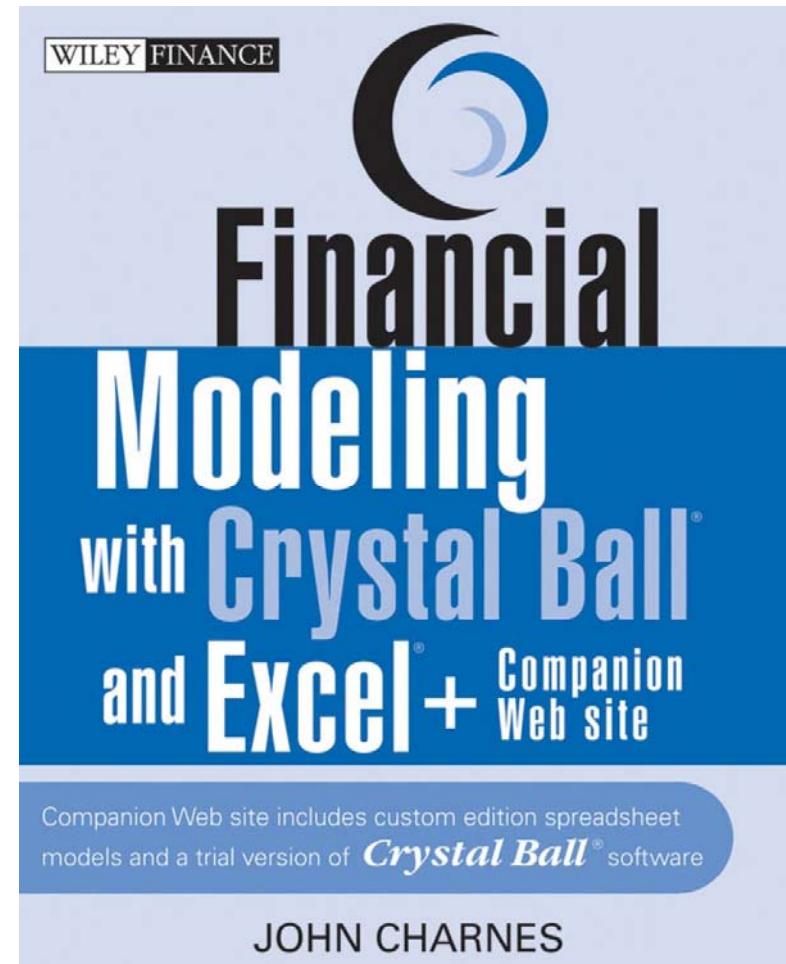
- Dio naprednih funkcionalnosti čuli ste u *bonus* predavanju za projektnu zadaću
- Video demonstracije rada:
 - <http://office.microsoft.com/en-us/downloads/CD102260731033.aspx>
 - Kako se izvode osnovne funkcije
- Gotovi predlošci
 - <http://office.microsoft.com/en-us/templates/CT101527321033.aspx?av=ZXL>

Učenje *on-the-job* (1)

- Excel kalkulator NSV:
 - [http://office.microsoft.com/search/redir.aspx?assetid=TC100152681033
&QueryID=xZJFsS9WN0&respos=1&rt=2&pid=CT101444811033](http://office.microsoft.com/search/redir.aspx?assetid=TC100152681033&QueryID=xZJFsS9WN0&respos=1&rt=2&pid=CT101444811033)
- Excel kalkulator IRR:
 - [http://office.microsoft.com/search/redir.aspx?assetid=TC012342021033
&QueryID=xZJFsS9WN0&respos=3&rt=2&pid=CT101444811033](http://office.microsoft.com/search/redir.aspx?assetid=TC012342021033&QueryID=xZJFsS9WN0&respos=3&rt=2&pid=CT101444811033)

Za projektnu zadaću

- str. 105 – 124 (NPV i IRR)
- opisani svi moduli
s primjerima





HVALA NA POZORNOSTI

PREDMET: EKONOMIJA U ENERGETICI

AK.GOD.: 2008./2009.

AUTORI: PROF.DR.SC. SLAVKO KRAJCAR

MR.SC. VESNA BUKARICA

PREDAVANJE:

OCJENA ISPLATIVOSTI INVESTIRANJA U ENERGETICI

1. EKONOMSKA PROCJENA PROJEKATA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Odluka o provođenju neke mjere energetske učinkovitosti donijet će se na temelju ocjene njezine isplativosti. U ovom će se poglavlju dati osnove ekonomske procjene projekta, objasnit će se uobičajeni načini za izračun isplativosti projekta, ali će se dati i primjeri nekih složenijih proračuna, kao što su analiza novčanih tijekova projekta i procjena troškova u životnom ciklusu projekta. Na posljetku će se dati pregled mogućih finansijskih poticaja za projekte energetske učinkovitosti u Hrvatskoj.

1.1. OSNOVE EKONOMIKE PROJEKTA

1.1.1. EKONOMSKI PARAMETRI

Za svaku procjenu profitabilnosti potrebni su sljedeći ulazni podaci:

- **Investicija I_0 [kn]**

Investicija podrazumijeva sve troškove projekta, uključujući projektiranje, nabavu opreme, instalaciju opreme, PDV i ostale poreze i dr.

- **Godišnje uštede V [kn/god]**

Godišnje uštede predstavljaju ukupne uštede koje se na godišnjoj razini ostvaraju projektom. Jednostavno se računaju:

$$V = W \cdot e \quad (1-1)$$

gdje su npr:

W – godišnja ušteda energije [kWh]

e – cijena energije [kn/kWh]

U jednadžbu (1-1) potrebno je uključiti i još neke uštede ako su primjenjive na dani projekt, kao primjerice sniženje naknade za angažiranu električnu snagu, smanjenje naknada za okoliš, smanjenje operativnih troškova i troškova održavanja, i dr.

- **Vrijeme efektuiranja T [god]**

Tehnički životni vijek neke opreme podrazumijeva onaj vremenski period u kojem oprema tehnički ispravno funkcioniра, dok je ekonomski životni vijek onaj vremenski period nakon kojega je isplativo zamijeniti postojeću opremu.

Ukoliko se oprema mijenja zbog zastarjelosti, napretka tehnologije, promjene u standardima i regulativi i sl., ekonomski životni vijek je kraći od tehničkog.

Najbolji primjer su računala – njihov tehnički životni vijek je 7 do 10 godina, ali im je ekonomski životni vijek 3 godine, jer ih je nakon toga uputno zamijeniti novijom tehnologijom.

Valja istaknuti da se u ekonomskim procjenama koristi ekonomski životni vijek. Ovaj ekonomski životni vijek projekta naziva se razdoblje efektuiranja. U tom razdoblju investicijski projekt stvara profite i novčane tokove koji se mogu tretirati kao njegova kontribucija povećanju sadašnje vrijednosti poduzeća/investitora.

- **Stopa inflacije i [%]**

Inflacija se definira kao prosječno godišnje povećanje cijena roba i usluga.

- **Diskontna stopa k [%]**

Diskontna stopa je mjera vremenske vrijednosti novca, odnosno svodjenja budućih novčanih iznosa ili primitaka na sadašnju vrijednost. Diskontna stopa neke tvrtke određuje se korištenjem troška kapitala te tvrtke, a pokazuje ustvari kamatnu stopu po kojoj je tvrtka (ulagač) voljna investirati. Valja razlikovati nominalnu i realnu diskontnu stopu. Realna diskontna stopa je nominalna korigirana prema stopi inflacije, relativnom povećanju cijene energije i drugim mogućim relevantnim povećanjima cijena.

Ovo je iznimno važan parametar za ocjenu profitabilnosti projekta, ali ga je teško točno odrediti. Metode određivanja diskontne stope temelje se na prosječnom ponderiranom trošku kapitala tvrtke, čije određivanje ipak prelazi okvire ovog priručnika.

Ipak, pokažimo kako se nominalna diskontna stopa korigira prema stopi inflacije i stopi porasta cijena energije. Ukoliko se radi korekcija samo po stopi inflacije, realna diskontna stopa računa se prema izrazu:

$$k = \frac{k_n - i}{1 + i} \quad (1-2)$$

Ukoliko se rade grube procjene, može se koristiti sljedeća jednadžba:

$$k = k_n - i \quad (1-3)$$

Složenije će pak procjene u obzir uzeti i moguće godišnje povećanje cijena energije (e), pa će realna diskontna stopa povrata biti:

$$k = \frac{1}{1+e} \left[\frac{k_n - i}{1+i} \right] - e \quad (1-4)$$

Cijena energije je vrlo bitan parametar u projektima energetske učinkovitosti, jer će isplativost projekta ovisiti o tome kolike su neto godišnje uštede. Kako cijena energije raste, projekt energetske učinkovitosti postaje finansijski sve atraktivniji.

1.1.2. VREMENSKA VRIJEDNOST NOVCA

Novac nema jednaku vrijednost u vremenu. Stoga se svi novčani tokovi trebaju svesti na zajednički trenutak u vremenu.

U ovoj, tzv. vremenskoj preferenciji novca razlikujemo dva procesa – ukamaćivanje i diskontiranje.

Ukamaćivanje je svođenje vrijednosti novca na trenutak u budućnosti. Ukoliko se svota novca B_0 i uloži u banku uz kamatnu stopu k , nakon n godina svota novca iznosi:

$$V_t = V_0 \cdot (1+k)^t \quad (1-5)$$

Primjer: U banci imate 1.500 kn na štednji uz kamatnu stopu od 15%. Koliko ćete novaca imati nakon 5 godina?

$$V_t = V_0 \cdot (1+k)^t = 1500 \cdot (1+0,15)^5 = 3.017 \text{ kn}$$

Diskontiranje je svođenje novčanih tijekova na sadašnji trenutak. Diskontirana vrijednost novca V_t u sadašnjem trenutku jest V_0 i vrijedi:

$$V_0 = \frac{V_t}{(1+k)^t} \quad (1-6)$$

Pri čemu je k diskontna stopa, a sljedeća veličina naziva diskontni faktor:

$$d = \frac{1}{(1+k)^t} \quad (1-7)$$

Primjer: Za 10 godina primit ćete bonus od svoje tvrtke u iznosu od 20.000 kn. Koliko danas vrijedi taj novac ako je stopa inflacije 5%.

$$V_0 = \frac{V_t}{(1+k)^t} = \frac{20.000}{(1+0,05)^{10}} = 12.278 \text{ kn}$$

Dakle, taj je bonus preračunat na današnju vrijednost znatno manji.

1.2. OCJENA ISPLATIVOSTI PROJEKTA

Postoji niz metoda kojima se ocjenjuje isplativost investicije. U nastavku će biti pojašnjene najčešće korištene metode.

Važna napomena: *Primjeri dani u ovom poglavlju ne odražavaju stvarne cijene, troškove i uštede, već su navedeni samo kao primjer kojim se objašnjava pojedina metoda ocjene isplativosti projekta energetske učinkovitosti.*

1.2.1. RAZDOBLJE POVRATA

Razdoblje povrata najjednostavniji je kriterij financijskog odlučivanja o investicijama. Nakon što je postignuto razdoblje povrata investicije, novčani tokovi projekta u ostaku vremena efektuiranja predstavljaju zaradu investitora.

Matematički se kriterij razdoblja povrata zapisuje:

$$I_0 = \sum_{t=1}^{T_p} V_t, \text{ a uz pretpostavku da se godišnje ostvaruju jednake neto uštede } (V_1=V_2=\dots=V_T):$$

$$T_p = \frac{\text{Investicija}}{\text{Godišnje uštede}} = \frac{I_0}{V} [\text{god}] \quad (1-8)$$

Primjer: *Instalirali ste novi kotao u sustavu grijanja koji je koštao 10.000 kn. Zbog poboljšanja učinkovitosti sustava ocijenili ste da ćete na osnovu energetskih ušteda godišnje uštedjeti 2.500 kn. Koliko je razdoblje povrata ove investicije?*

$$T_p = \frac{I_0}{V} = \frac{10.000}{2.500} = 4 \text{ god}$$

Sa stajališta rizika investiranja povoljnije je da se sredstva uložena u neki projekt vrate u što je moguće kraćem razdoblju. Neki projekt će se ocijeniti financijski isplativim, ukoliko vraća uložena sredstva u razdoblju kraćem od unaprijed definiranog maksimalno prihvatljivog broja godina.

Ova metoda ocjene isplativosti projekta je vrlo jednostavna za korištenje, ali je njezin glavni nedostatak što ne uzima u obzir učinke projekta nakon što se vrate investicijski troškovi, tj. ne razmatra cijelo vrijeme efektuiranja projekta, pa se ne može upotrijebiti za usporedbu isplativosti projekata s različitim

vremenima efektuiranja. Također, ova metoda ne uzima u obzir vremensku preferenciju novca.

1.2.2. DISKONTIRANO RAZDOBLJE POVRATA

Kriterij diskontiranog razdoblja povrata varijanta je metode razdoblja povrata kojom se nastoji ukloniti nedostatak neuzimanja u obzir vremenske vrijednosti novca. Ovom se metodom izračunava vrijeme potrebno da se diskontirani čisti novčani tokovi izjednače s investicijskim troškovima projekta. Matematički se to izražava sljedećom formulom:

$$I_0 = \sum_{t=1}^{Tp} \frac{V_t}{(1+k)^t} \quad (1-9)$$

Iz jednadžbe (1-7) jasno slijedi:

$$I_0 = \sum_{t=1}^{Tp} V_t \cdot d_k^t$$

Diskontni faktor d izračunava se za diskontnu stopu i vrijeme efektuiranja projekta, te se prikazuje u tablicama.

Ukoliko su godišnji čisti novčani tokovi jednaki, vrijedit će jednakost:

$$\frac{Vt}{I_0} = \frac{k}{1 - (1 + k)^{-T}} \quad (1-10)$$

Faktor s desne strane jednakosti možemo računati za dane k i T , te prikazivati tablično.

Kriterij financijskog odlučivanja, dakako je, što brže diskontirano razdoblje povrata. No, i ova metoda zadržava temeljni nedostatak metode razdoblja povrata, jer ne uzima u obzir efekte projekata nakon vraćanja investicijskih troškova.

Primjer: Ukoliko investicija u neki projekt iznosi 71.500 kn, godišnje neto uštede 15.000 kn, a stvaran kamatna stopa 7%, potrebno je naći vrijeme povrata te investicije.

Tablica s vrijednostima faktora s desne strane jednadžbe (1-10) za različite vrijednosti k i T može se vrlo lako izraditi u MS Excelu.

Prema jednadžbi (1-10), izračunavamo da je V_t/I_0 jednako 0,2098, a iz donje tablice iščitavamo da ova vrijednost uz diskontnu stopu od 7% odgovara diskontiranom razdoblju povrata od 6 godina.

Tablica 1-1

t (god)	Diskontna stopa k(%)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,0100	1,0200	1,0300	2,0400	1,0500	1,0600	1,0700	1,0700	1,0900	1,1000
2	0,5075	0,5150	0,5226	2,0400	0,5378	0,5454	0,5531	0,5531	0,5685	0,5762
3	0,3400	0,3468	0,3535	2,0400	0,3672	0,3741	0,3811	0,3811	0,3951	0,4021
4	0,2563	0,2626	0,2690	2,0400	0,2820	0,2886	0,2952	0,2952	0,3087	0,3155
5	0,2060	0,2122	0,2184	2,0400	0,2310	0,2374	0,2439	0,2439	0,2571	0,2638
6	0,1725	0,1785	0,1846	2,0400	0,1970	0,2034	0,2098	0,2098	0,2229	0,2296
7	0,1486	0,1545	0,1605	2,0400	0,1728	0,1791	0,1856	0,1856	0,1987	0,2054

1.2.3. ČISTA SADAŠNJA VRIJEDNOST

Kako je već rečeno, novac nema istu vrijednost u različitim vremenskim trenucima. Tako će 1.000 kn obično vrijediti manje u 2007. negoli je vrijedilo u 2006. godini zbog inflacije. Ovo svojstvo novca mora se primijeniti i kod ocjene projekata energetske učinkovitosti.

Kako bi se sumirale diskontirane vrijednosti godišnjih novčanih ušteda (dobitaka), potrebno je definirati referentnu godinu, na koju se svode sve investicije i uštede. Nije važno koja će to godina biti, dok god se sve novčani iznosi svode upravo na nju. No, uobičajeno se za referentnu godinu uzima godina u kojoj se investiralo u projekt.

Čista sadašnja vrijednost (oznaka S_0 , eng. *net present value* - NPV) je današnja vrijednost svih budućih ušteda ostvarenih tijekom vremena efektuiranja projekta (od godine 1 do godine T) umanjena za investicijske troškove (u godini 0).

$S_0 = \text{Diskontirana vrijednost čistih ušteda (dobici)} - \text{investicija}$

Kriterij profitabilnosti je:

$$S > 0$$

Ukoliko su godišnje uštede različite iz godine u godinu $V_1 \neq V_2 \neq V_3 \neq \dots \neq V_T$, tada je čista sadašnja vrijednost:

$$S_0 = \left(\frac{V_1}{(1+k)^1} + \frac{V_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{V_T}{(1+k)^T} \right) - I_0 = \sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (9-11)$$

Najčešće se ipak prepostavlja da će godišnje uštede biti jednake svake godine, a tada se S izračunava prema izrazu:

$$S_0 = V \cdot \frac{1 - (1 + k)^{-T}}{k} - I_0 \quad (1-12)$$

Primjer: Vlasnik zgrade želi instalirati termostatske ventile. Koristeći sljedeće podatke odredite je li investicija isplativa:

Investicija	I ₀	2.300 kn
Godišnje uštede energije	Q	19.000 kWh/god
Cijena energije	E	0,03 kn/kWh
Vrijeme efektuiranja	T	10 god
Nominalna diskontna stopa	k _n	34%
Inflacija	i	25%

***Napomena: podaci ne odražavaju stvarne cijene, već su dane samo kao primjer**

Prvo izračunamo godišnje neto uštede:

$$V = E \cdot Q = 19.000 \cdot 0,03 = 570 \text{ kn/god}$$

Realna diskontna stopa iznosi:

$$k = \frac{k_n - i}{1 + i} = \frac{0,34 - 0,25}{1 + 0,25} = 0,07 = 7\%$$

Čista sadašnja vrijednost iznosi:

$$S = V \cdot \frac{1 - (1 + k)^{-T}}{k} - I_0 = 570 \cdot \frac{1 - (1 + 0,07)^{-10}}{0,07} - 2.300 = 1.703 \text{ kn}$$

Kako je čista sadašnja vrijednost pozitivna, zaključujemo da je projekt isplativ.

Čista sadašnja vrijednost temeljni je kriterij financijskog odlučivanja. Nulta čista sadašnja vrijednost označava da je projekt sposoban vratiti uloženi kapital, a projekti s pozitivnom čistom sadašnjom vrijednošću imaju višu profitabilnost od one koja se zahtjeva na tržištu. No, najveća poteškoća kod primjene ove metode jest odabir diskontne stope, koji znatno može utjecati na veličinu čiste sadašnje vrijednosti. Zbog toga se najčešće koristi metoda

interne stope profitabilnosti, kao druga temeljna metoda finansijskog odlučivanja, o kojoj će više riječi biti kasnije u ovom poglavlju.

1.2.4. Indeks profitabilnosti

Indeks profitabilnosti (PI) jest dodatni kriterij za poboljšanje investicijskog odlučivanja i svojevrsna je izvedenica čiste sadašnje vrijednosti. Indeks profitabilnosti je odnos diskontiranih čistih novčanih tijekova projekta u vremenu efektuiranja i njegovih investicijskih troškova. Ovaj pokazatelj isplativosti projekta koristi se za usporedbu dviju ili više opcija, a izračunava se prema jednadžbi:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t}}{I_0} \quad (1-13)$$

Primjer: Koja je od sljedećih mjera energetske učinkovitosti isplativija?

- a) Ugradnja termostatskih ventila
- b) Ugradnja jedinice za iskorištanje otpadne topline u ventilacijskom sustavu

Pri proračunu se trebaju koristi sljedeći podaci:

	Termostatski ventili	Uporaba otpadne topline
Investicija	I_0	2.300 kn
Godišnje uštede	V	570 kn/god
Vrijeme efektuiranja	T	10 god
Diskontna stopa	k	7%

Ukoliko izračunamo razdoblje povrata za obje ove mjere, vidjet ćemo da su u oba slučaja jednaki i iznose 4 godine. Samo na temelju razdoblja povrata, stoga, ne možemo donijeti odluku.

- a) termostatski ventili

Prema jednadžbi (1-13) računamo indeks profitabilnosti:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t}}{I_0} = \frac{V \cdot \frac{1 - (1+k)^{-T}}{k}}{I_0} = 1,74$$

- b) Jedinica za uporabu otpadne topline

Prema jednadžbi (1-13) računamo indeks profitabilnosti:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t}}{I_0} = \frac{V \cdot \frac{1-(1+k)^{-T}}{k}}{I_0} = 2,28$$

Dakle, ovaj nam primjer pokazuje da su obje razmatrane mjere isplative, da imaju razdoblje povrata 4 godine, ali je isplativija mjera b) jer ima veći PI.

PI traži što veće diskontirane novčane tokove u cijelom razdoblju efektuiranja projekta u odnosu na investicijske troškove tog projekta. Prema tome, preferiraju se troškovi s većim PI. Kriterij isplativosti projekta je $PI \geq 1$. Valja istaknuti da je indeks profitabilnosti dodatni, a ne temeljni kriterij financijskog odlučivanja, čija uporaba dolazi do izražaja kod rangiranja projekata. On poboljšava investicijsku odluku tako da između projekata jednakih čistih sadašnjih vrijednosti izabire onaj koji zahtjeva niže investicijske troškove.

1.2.5. METODA ANUITETA

Kriterij anuiteta također je pomoćno sredstvo za poboljšanje investicijske odluke, te je jednako kao i PI izvedenica čiste sadašnje vrijednosti. On čiste novčane tokove ne sagledava u njihovoj ukupnoj sadašnjoj vrijednosti već u prosječnim godišnjim iznosima, pa je po tome i dobio ime. Novčani tokovi se svode na prosječnu godišnju veličinu anuitetskim faktorom. Za jednake godišnje čiste novčane tokove (uštede), anuitetski faktor zapisuje se na sljedeći način:

$$a = \frac{k}{1 - (1 + k)^{-T}} \quad (1-14)$$

Anuitetski faktor se izračunava za vrijeme efektuiranja i diskontnu stopu, te se prikazuje u tablicama.

Anuiteti se izračunavaju tako da se anuitetski faktor primjeni na sadašnju vrijednost ukupnih novčanih iznosa. Anuitet investicijskih troškova računa jednak je:

$$A_i = I_0 \cdot a \quad (1-15)$$

Anuitet čistih novčanih tijekova jest:

$$A_V = a \cdot \sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1 + k)^t} \quad (1-16)$$

Ukoliko su godišnji čisti novčani tokovi jednaki, njihov anuitet jednak je upravo iznosu godišnjeg čistog novčanog toka.

Logika kriterija anuiteta je maksimalizacija razlike između anuiteta čistih novčanih tijekova i anuiteta investicijskih troškova, pa je kriterij finansijskog odlučivanja $A_v \geq A_i$.

1.2.6. INTERNA STOPA PROFITABILNOSTI

Interna stopa profitabilnosti je zasigurno najprecizniji indikator isplativosti nekog projekta. No, i ovaj se indikator temelji na čistoj sadašnjoj vrijednosti. Ideja je pronaći diskontnu stopu R za koju je projekt još uvijek isplativ, dakle za koju je $S=0$.

$$S_0 = \sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+R)^t} - I_0 = 0 \quad (1-17)$$

Ukoliko su godišnji novčani tokovi (uštede) jednaki, tada mora vrijediti jednakost:

$$S_0 = V \cdot \frac{1 - (1+R)^{-T}}{R} - I_0 = 0 \quad (1-18)$$

Interna stopa profitabilnosti je ona diskontna stopa koja svodi čiste novčane tokove projekta u cijelom vijeku efektuiranja na vrijednost njegovih investicijskih troškova. Za razliku od kriterija čiste sadašnje vrijednosti gdje se pomoću unaprijed definirane diskontne stope izračunava sadašnja vrijednost budućih novčanih tokova, u ovoj se metodi diskontna stopa pojavljuje kao nepoznanica. Interna stopa profitabilnosti određuje se iterativnim postupkom. U slučaju jednakih godišnjih novčanih tijekova V_t i poznatog vremena efektuiranja projekta T , iz tablica se može iščitati faktor I_0/V_t . Taj je faktor u tablicama dan za traženu stopu i za vijek efektuiranja projekta.

Kriterij za prihvatanje projekta svakako će biti najviša interna stopa profitabilnosti. Svaka će tvrtka na osnovu svog troška kapitala odrediti koja je to donja granica prihvatljivosti. Najveća snaga ove metode upravo je mogućnost usporedbe s drugim investicijskim opcijama

Primjer: Odredimo sada isplativost projekta ugradnje jedinice za iskorištanje otpadne topline u sustavu ventilacije pomoću svih indikatora isplativosti, uz sljedeće ulazne parametre:

<i>Investicija</i>	I_0	<i>10.500 kn</i>
<i>Godišnje uštede</i>	Q	<i>30.000 kn/god</i>
<i>energije</i>	E	<i>0,06 kn/god</i>
<i>Cijena energije</i>	T	<i>10 god</i>
<i>Vrijeme efektuiranja</i>	k	<i>30%</i>
<i>Diskontna stopa</i>	i	<i>20%</i>
<i>Inflacija</i>		

Stvarna diskontna stopa iznosi prema jednadžbi (1-2) iznosi:

$$k = \frac{k_n - i}{1 + i} = \frac{0,03 - 0,02}{1 + 0,02} = 0,083 = 8,3\%$$

Razdoblje povrata

Godišnje čiste novčane uštede:

$$V = Q \cdot E = 30.000 \cdot 0,06 = 1.800 \text{ kn/god}$$

$$T_p = \frac{I_0}{V} = \frac{10.500}{1.800} = 5,8 \text{ god}$$

Diskontirano razdoblje povrata

Prema jednadžbi (1-10) vrijedi:

$$\frac{Vt}{I_0} = \frac{k}{1 - (1 + k)^{-T}} = \frac{1.800}{10.500} = 0,17$$

Uz poznat ovaj faktor i stvarnu kamatu stopu od 8,3%, pomoću tablica određujemo da je vrijeme povrata investicije 8,6 godina (za razliku od T_p koji iznosi 5,8 godina).

Čista sadašnja vrijednost

$$S = V \cdot \frac{1 - (1 + k)^{-T}}{k} - I_0 = 1.800 \cdot \frac{1 - (1 + 0,3)^{-10}}{0,3} - 10.500 = 1.416 \text{ kn}$$

Kako je čista sadašnja vrijednost pozitivna zaključujemo da je projekt isplativ.

Indeks profitabilnosti

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t}}{I_0} = \frac{V \cdot \frac{1 - (1+k)^{-T}}{k}}{I_0} = \frac{11.916}{10.500} = 1,13$$

Budući da je PI veći od 1, i ovaj nam indikator govori da je projekt isplativ.

Interna stopa profitabilnosti

Uz poznati faktor I_0/V_t i vrijeme efektuiranja projekta, pomoću tablica određujemo internu stopu profitabilnosti koja je jednaka 11%.

Kako je interna stopa profitabilnosti veća od stvarne diskontne stope, zaključujemo da je projekt isplativ.

Nadalje, ovako određena interna stopa profitabilnosti je stvarna diskontna stopa k . To znači da je nominalna diskontna stopa prema jednadžbi (1-2) jednaka:

$$k_n = k \cdot (1 + i) + i = 0,11 \cdot (1 + 0,2) + 0,2 = 0,33 = 33\%$$

Dakle, ukoliko su kamate u banci na štednju veće od 33%, tada se više isplati novac uložiti na banku, nego u mjeru koja ima unutarnju stopu povrata 11%.

Upravo je ovo najveća vrijednost metode unutarnje stope povrata. Ona u obzir uzima vremensku preferenciju novca i omogućava nam usporedbu s drugim investicijskim mogućnostima na tržištu (npr. štednja u banci).

1.3. ANALIZA NOVČANIH TIJEKOVA (CASH FLOW)

Svi prethodno navedeni indikatori isplativosti projekta razmatraju samo sam projekt. No, godišnje ekonomske posljedice investiranja u neki projekt ovisit će i o načinu na koji je projekt financiran. Uobičajeno će investitor uložiti dio svojih sredstava, a dio će financirati putem kredita.

Uzimanjem u obzir načina financiranja projekta, provodi se analiza svih tijekova novca ili tzv. *cash-flow* analiza. Analiza novčanih tijekova uključuje sve novčane prihode i rashode vezane uz projekt. U projektima energetske učinkovitosti novčani prihodi su novčane uštede na temelju smanjene potrošnje energije i smanjenih troškova održavanja, dok su rashodi investicija i to u obliku vlastitog kapitala, glavnice kredita i pripadajućih kamata, operativni troškovi, troškovi održavanja i, ako je primjenjivo, porezi (npr. porez na dobit za tvrtke).

Najjednostavnije rečeno, temelj ove analize je čisti novčani tijek koji je jednak:

$$\text{čisti novčani tijek} = \text{novčani primici} - \text{novčani izdaci}$$

Analizu novčanog toka najbolje je objasniti na primjeru.

Primjer: Prepostavimo da je investicija u neki projekt 160.000 kn, a godišnje uštede su 60.000 kn. Ekonomski životni vijek investicije je 5 godina, a stvarna stopa povrata 6,5%.

Nadalje prepostavimo da se projekt financira sa 100.000 kn vlastitih sredstava, a za preostalih 60.000 kn je uzet kredit na 3 godine, uz kamatnu stopu 15%.

Plan otplate kredita je dan u tablici 1-2. Vidimo da se ukupan godišnji trošak kredita sastoji od glavnice i od kamata.

Tablica 1-2

Obrok	Datum	Glavnica (kn)	Preostalo potraživanje (kn)	Iznos kamata (kn)	Ukupan trošak kredita (kn)
	12. mjesec godine 0		60.000		
1	12. mjesec godine 1	20.000	40.000	9.000	29.000
2	12. mjesec godine 2	20.000	20.000	6.000	26.000
3	12. mjesec godine 3	20.000	0	3.000	23.000
Total		60.000		18.000	78.000

Analiza novčanih tijekova u 5 godina projekta dana je u tablici 1-3 :

Tablica 1-3

Novčani tokovi	Godina					
	0	1	2	3	4	5
Investicija	160.000					
Financiranje:						
vlastiti kapital	100.000					
kredit	60.000					
trošak kredita		29.000	26.000	23.000		
Čiste uštede		60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Čisti tijek novca	(100.000)	31.000	34.000	37.000	60.000	60.000
Akumulirani tijek novca	(100.000)	(69.000)	(35.000)	2.000	62.000	122.000
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Brojka u zagradi u ekonomskim analizama znači negativnu vrijednost.

Iz tablice je vidljivo da ovaj projekt već u prvoj godini generira pozitivan tijek novca.

Probajmo sada odrediti čistu sadašnju vrijednost za ovaj projekt. Da bismo to učinili moramo vrijednost čistog toka novca iz svake godine diskontirati na sadašnju vrijednost. To dakako radimo pomoću diskontnog faktora prema jednadžbi (1-7). Diskontni faktor te diskontirana vrijednost toka novca za svaku godinu dani su u nastavku tablice. Posljednji red predstavlja akumuliranu odnosno čistu sadašnju vrijednost projekta.

⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Čisti tijek novca	(100.000)	31.000	34.000	37.000	60.000	60.000
Akumulirani tijek novca	(100.000)	(69.000)	(35.000)	2.000	62.000	122.000
Diskontni faktor (d)	1	0,939	0,882	0,828	0,777	0,730
Sadašnja vrijednost (SV)	(100.000)	29.110	29.980	30.640	46.640	43.800
Akumulirana sadašnja vrijednost	(100.000)	(70.890)	(40.910)	(10.270)	36.370	80.170

Prema tome, čista sadašnja vrijednost ovog projekta u 5 godina je 80.170 kn, a izračunali smo je kao:

$$S_0 = SV_0 + SV_1 + SV_2 + SV_3 + SV_4 + SV_5$$

gdje su :

$$SV = \text{čisti tijek novca} \times d$$

$$d = \frac{1}{(1 + k_n)^n}$$

$$k_n = 6,5\%$$

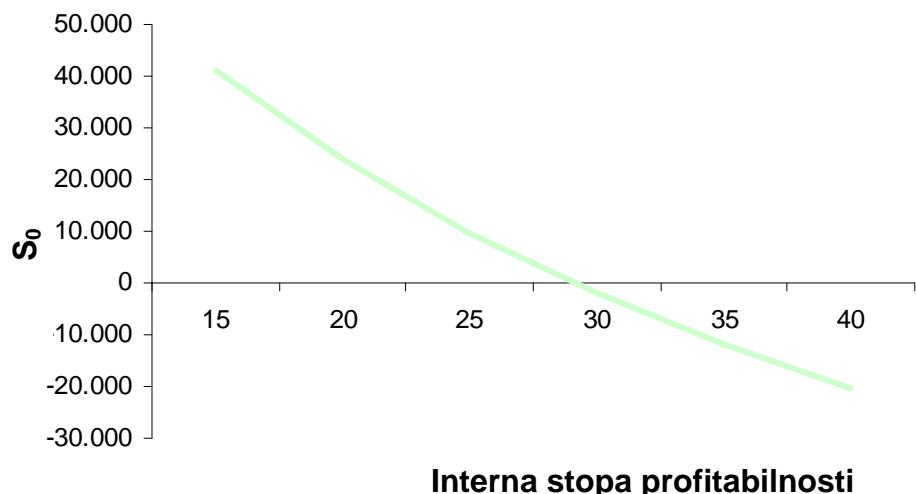
Ukoliko čistu sadašnju vrijednost izračunamo prema jednadžbi (8-12), ona iznosi 89.340 kn. Prema tome, vidimo da je zbog uzimanja u obzir uvjeta financiranja projekta, čista sadašnja vrijednost projekta nešto niža.

Iz analize tijekova novca možemo odrediti i internu stopu profitabilnosti izjednačavajući čistu sadašnju vrijednost s nulom:

$$0 = SV_0 + SV_1/(1-k)^1 + SV_2/(1-k)^2 + SV_3/(1-k)^3 + SV_4/(1-k)^4 + SV_5/(1-k)^5$$

$$0 = -100.000 + 29.110/(1-k)^1 + 29.980/(1-k)^2 + 30.640/(1-k)^3 + 46.640/(1-k)^4 + 43.800/(1-k)^5$$

Gornja je jednadžba složena i za njezino se rješavanje moraju primijeniti numeričke metode (iteracija). No, unutarnja se stopa povrata može odrediti i grafički, tako da se izračuna čista sadašnja vrijednost za nasumično izabrane vrijednosti k. Tamo gdje krivulja siječe X os jest vrijednost interne stope profitabilnosti investicije, u ovom slučaju 29,1%.



Tablica 1-4

Interni stopa profitabilnosti	15	20	25	30	35	40
Čista sadašnja vrijednost	41.150	23.949	9.760	-2.010	-11.870	-20.230

U još detaljnijim analizama novčanih tijekova uzimaju se još neki faktori u obzir, a to su amortizacija opreme i porez na dobit. Ovakav detaljan proračun obično je potrebno napraviti za tvrtke koje investiraju u energetsku učinkovitost, dok je za ocjenu projekta kojega pojedinac želi provesti u svome kućanstvu dovoljno napraviti jednostavniju analizu novčanih tokova, kako bi se usporedile godišnje uštede koje je moguće ostvariti mjerom energetske učinkovitosti s potrebnom investicijom i posebice s otplatom te investicije, ukoliko se za nju mora dići bankovni kredit.

Predložak za provedbu detaljne analize tijeka novca dan je u tablici 1-5.

Tablica 1-5

Novčani tokovi		Godina									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	Investicija										
	Financiranje:										
B	Vlastiti kapital										
C	Kredit										
D	Glavnica										
E	Kamate										
F	Uštede:										
G	Ukupne uštede										
H	Operativni troškovi										
I	Čiste uštede prije poreza										
J	Amortizacija										
K	Uštede prije poreza										
L	Porez										
M	Porezne olakšice										
N	Čiste uštede nakon poreza										
O	Čisti tijek novca										
P	Akumulirani tijek novca										
Q	Diskontni faktor										
R	Sadašnja vrijednost (SV)										
S	Akumulirana SV										

$$I = G - H$$

$$P_1 = C$$

$$K = I - J - F$$

$$P_n = P_{n-1} + Q_n$$

$$L = \text{stopa poreza} \times K$$

$$Q_n = 1 / (1-r)^n$$

$$N = I - L + M$$

$$R = O \times Q$$

$$O = N - E - F$$

$$S_n = S_{n-1} + R_n$$

1.4. PROCJENA TROŠKOVA U ŽIVOTNOM CIKLUSU PROJEKTA (LIFE CYCLE COST ANALYSIS)

Prilikom donošenja odluka o investicijama u novu opremu ili sustave nužno je provesti analizu prihoda i rashoda kroz čitav predviđeni životni vijek proizvoda/sustava. Dakle, uz početnu investiciju, u obzir je potrebno uzeti i troškove pogona, održavanja, energije, zaštite okoliša (naknade za emisije), dekomisije i odlaganja opreme nakon isteka radnog vijeka. Ova se ekomska metoda ocjene isplativosti projekta, koja u obzir uzima sve troškove projekta kroz njegov životni vijek, naziva *Life-Cycle-Cost* (LCC) analiza.

Naime, neke jednostavnije metode, poput jednostavnog perioda povrata, razmatraju samo koliko se brzo vrati početna investicija, ne uzimajući u obzir nikakve druge troškove i dobiti tijekom životnog vijeka opreme/sustava i zanemarujući vremensku vrijednost novca. LCC analiza se temelji na analizi tijeka novca (*cash flow*), a različite opcije rangira koristeći indikatore isplativosti projekta, prvenstveno unutarnju stopu povrata (internal rate of return).

LCC analizu nužno je primjenjivati upravo za projekte energetske učinkovitosti, jer se njome ocjenjuje mogu li se povećani početni investicijski troškovi ekonomski opravdati smanjenim troškovima za energiju kroz razmatrani životni vijek sustava, ali i drugim čimbenicima koji utječu na troškove rada sustava (primjerice, smanjenje iznosa naknada za emisije, smanjeni troškovi održavanja i sl.).

Dakle, LCC analiza je ekomska tehnika kojom se procjenjuju sveukupni troškovi posjedovanja i korištenja nekog objekta (kuće, zgrade i dr.) ili sustava kroz vremenski period njegovog korištenja.

LCC analizom utvrđuje se današnja vrijednost (diskontiranje) svih budućih troškova vezanih uz neki objekt ili sustav. Ti troškovi tipično uključuju:

- početnu investiciju (zemljište, projektiranje, građevinski radovi, oprema),
- operative troškove (troškovi energije i vode),
- troškove održavanja,
- troškove zamjene opreme (prema očekivanom životnom vijeku opreme)
- troškove dekomisije i odlaganja,
- ostale troškove (razne naknade, porezi i sl.).

Sve troškove je potrebno svesti na današnju vrijednost novca (diskontiranje), upravo na način prikazan u prethodnom poglavlju. Troškove je potrebno umanjiti za vrijednost objekta ili sustav koju će imati na kraju razmatranog vremenskog perioda (amortizacija).

LCC analizu potrebno je svakako provesti ukoliko postoji nekoliko alternativa i potrebno je odabratи ekonomski najpovoljniju. Kriterij će biti, dakako, najniži LCC. Posebice je preporučljivo LCC analizu provesti već u fazi inicijalnog rješenja, odnosno dizajna, primjerice pri projektiranju nove kuće. Tada je moguće odabrati sve one opcije koje će dugoročno imati najmanje troškove, jer opcija koja ima najmanje investicijske troškove nije nužno ekonomski najisplativija opcija.

Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

SIGURNOST SUSTAVA I POMOĆNE USLUGE

Uvod

- Tržište električne energije oslanja se na infrastrukturu elektroenergetskog sustava
- Sudionicima se ne nudi alternativni sustav
- Gubici kupaca uzrokovani gubitkom napajanja su golemi
- Potrošači dakle očekuju neprekinutu isporuku
- Troškovi osiguravanja sigurnosti opskrbe trebaju biti opravdani dobrobitima koje ona pruža

Sigurnost sustava

- Sustav mora raditi neprekinuto u normalnim uvjetima
- Sustav treba ostati stabilan pri nekim uobičajenim poremećajima:
 - kvar na prijenosnom vodu ili nekoj drugoj komponenti
 - iznenadni ispad proizvodne jedinice
 - nagle promjene potrošnje
- Operator mora razmotriti posljedice ovih pojava koristeći:
 - preventivno djelovanje
 - korektivno djelovanje

Preventivno djelovanje

- Osigurati takvo stanje sustava u kojem on ostaje stabilan i u slučaju poremećaja
- Održavati sustav na razini nižoj od punog kapaciteta (opterećenja)
- S ekonomskog stajališta ⇒ ograničavanje dozvoljenih trgovinskih razmjena

Korektivno djelovanje

- Poduzima se samo u slučaju poremećaja
- Ograničava posljedice poremećaja
 - **Preraspodjela proizvodnje**
 - Promjena topologije sustava (zatvorene – otvorene petlje)
 - **Ograničavanje opterećenja (eng. load shedding)**
- Zahtjeva određene resurse u vlasništvu sudionika
- **Pomoćne usluge** koje operator sustava mora kupiti od sudionika
- U slučaju potrebe, pomoćne usluge će isporučiti nešto dodatne energije
- No najvažniji faktor je dodatni kapacitet koji mogu osigurati
- Naknada za pomoćne usluge temelji se na njihovoj dostupnosti, a ne na isporučenoj energiji

Zašto koristimo naziv "pomoćne"? Te usluge predstavljaju potporu trgovanim glavnim proizvodom, tj. električnom energijom. Jer, da bi tržište funkcionalo, nužno mora funkcionirati i fizički sustav, tj. EES. Neke pomoćne usluge podrazumijevaju isporuku električne energije, ali bitan aspekt je tu da se ta energija treba isporučiti na zahtjev koji je vezan s fizičkim sustavom. Prema tome, vrijednost pomoćne usluge treba gledati prema sposobnosti da se ona pruži upravo u trenutku potrebe. I zbog toga se pomoćne usluge ne mogu plaćati kao električna energija, već je za njih potrebno iznaći nove mehanizme.

Koncept pomoćnih usluga

- Definiranje potreba za pomoćnim uslugama:
 - Održavanje ravnoteže proizvodnje i potrošnje električne energije;
 - Održavanje sigurnosti prijenosnog sustava.
- Osiguravanje pomoćnih usluga:
 - Koliko pomoćnih usluga treba kupiti?
 - Na koji način osigurati pomoćne usluge?
 - Tko treba platiti te usluge?
- Prodavanje pomoćnih usluga:
 - Što veći profit od prodaje električne energije i pomoćnih usluga.

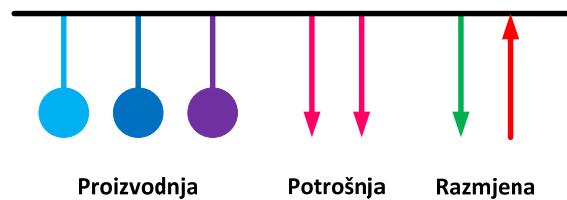
U ovom predavanju razmatrat će se različite vrste poremećaja u sustavu i prema tome definirati različite pomoćne usluge te definirati načine određivanja koliko nam je pomoćnih usluga potrebno, kako ih kupovati i prodavati.



POTREBE ZA POMOĆNIM USLUGAMA

Ravnoteža proizvodnje i potrošnje (1)

- Prepostavka: svi proizvođači i potrošači (tako i uvoz i izvoz) priključeni su na istu sabirnicu
- Varijable sustava su ukupna proizvodnja, ukupna potrošnja i neto razmjena električne energije s ostalim sustavima



Ravnoteža proizvodnje i potrošnje (2)

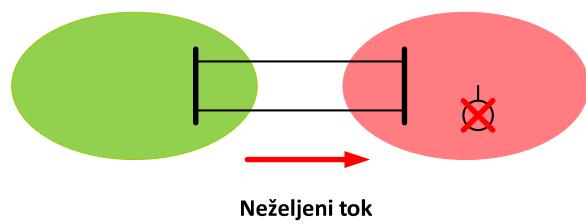
- Ukoliko je proizvodnja jednaka potrošnji frekvencija sustava je konstantna
- U stvarnosti:
 - prisutne su stalne promjene potrošnje (neugovorene)
 - nesavršeno upravljanje potrošnjom (ugovorenih)
 - iznenadni ispadovi proizvodnih jedinica ili dijelova prijenosnog sustava
- Ponovimo:
 - porast potrošnje ili pad proizvodnje uzrokuje pad frekvencije
 - porast proizvodnje ili pad potrošnje uzrokuje rast frekvencije

Ravnoteža proizvodnje i potrošnje (3)

- Proizvodne jedinice mogu normalno raditi u uskom frekvencijskom rasponu:
 - sustav zaštite isključuje proizvodnu jedinicu u slučaju previsoke ili preniske frekvencije (radi samozaštite)
 - tako se još više može povećati neravnoteža potrošnje i proizvodnje
- Operator sustava mora održavati frekvenciju unutar dozvoljenih granica

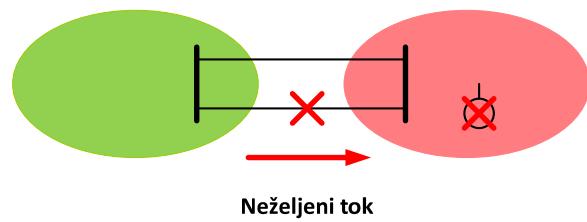
Ravnoteža proizvodnje i potrošnje (4)

- Brzina promjene frekvencije obrnuto je proporcionalna ukupnoj inerciji proizvodnih jedinica i rotirajuće potrošnje (mD^2)
- Promjene frekvencije mnogo su manje u velikim međusobno povezanim sustavima nego u malim otočnim sustavima
- Lokalna neravnoteža u povezanom sustavu uzrokuje promjene u poveznim vodovima



Ravnoteža proizvodnje i potrošnje (5)

- Neželjeni tokovi mogu preopteretiti povezne vodove
- Sustav zaštite tada isključuje te vodove
- To, tada, može dovesti do još veće neravnoteže proizvodnje i potrošnje
- Svaki pojedini sustav mora ostati u ravnoteži



Ravnoteža proizvodnje i potrošnje (6)

- Male promjene frekvencije i neželjeni tokovi nisu trenutna prijetnja
- Ipak, one čine sustav ranjivijim
- Stoga moraju biti brzo ispravljene kako bi sustav mogao podnijeti buduće probleme

Ravnoteža proizvodnje i potrošnje (7)

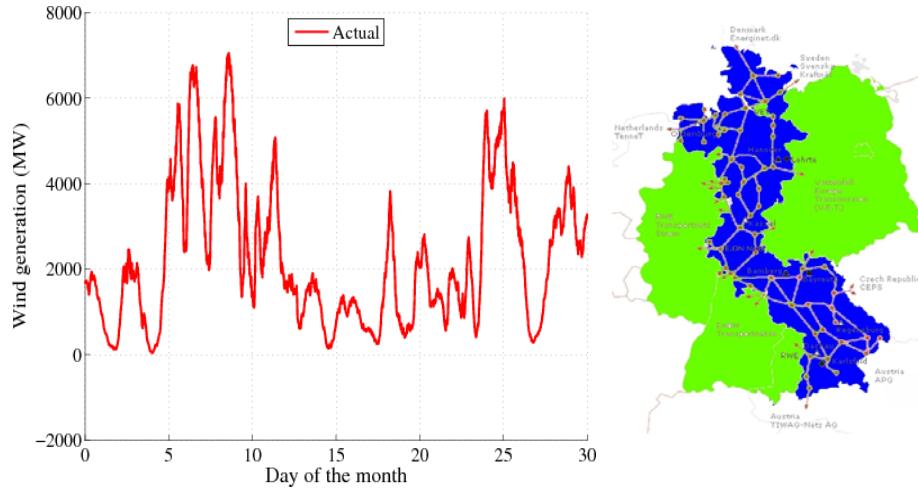
- $P_{gen} - P_{load} = P_{storage} + J * d\omega/dt$
- Spremanje električne energije je teško i skupo
 - Baterije ==> nisu primjenjive za velike količine EE
 - Voda: crpno-akumulacijske HE ==> ograničene mogućnosti
 - Komprimirani zrak ==> tehnologija u razvoju
- $J * d\omega / dt ==>$ ubrzavanje ili usporavanje je jedino dopušteno ako je u uskom rasponu ($f=50 \text{ Hz} +/- \text{ nešto mHz}$)
- Rezultat:
 - $P_{gen} = P_{load}$
- $P_{load} = f(t)$
- Potrebno je prilagoditi proizvodnju – proizvodnja je promjenjiva...

Promjene proizvodnje

- Proizvodnja nije konstantna
- Događaju se nepredviđeni ispadи elektrana
- Ali događa se i nepredviđeno visoka proizvodnja (npr. vjetar)
- Netočna kontrola generatora
- Različiti napon/ frekvencija daje različito opterećenje

Primjer: Vjetroelektrane

- Proizvodnja vjetroelektrana u E.On zoni u Njemačkoj, studeni 2007.

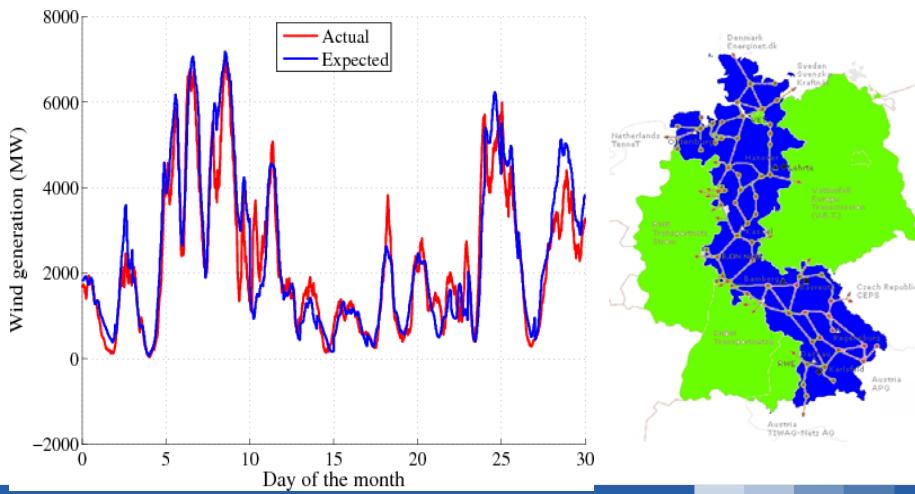


Vjetroelektrane su izvrstan primjer promjenjive proizvodnje. Na ovoj slici, crvenom linijom je označena stvarno ostvarena proizvodnja iz vjetrolektrana,

...

Primjer: Vjetroelektrane

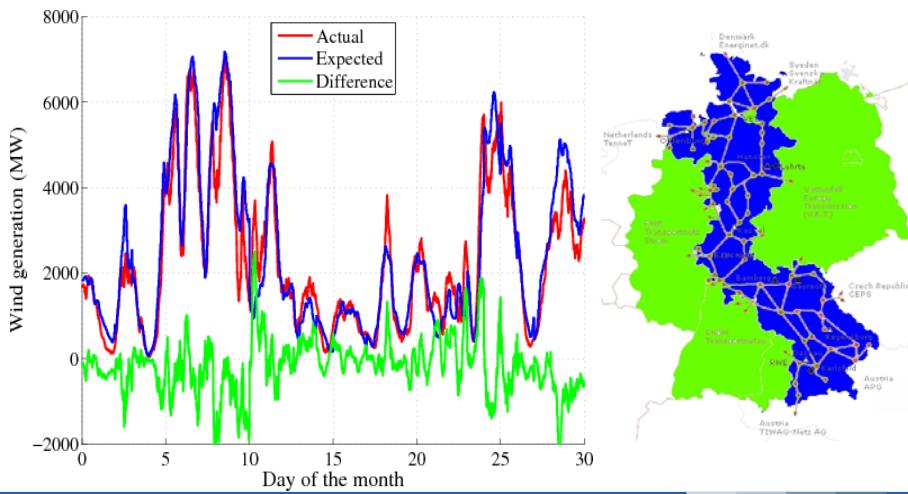
- Proizvodnja vjetroelektrana u E.On zoni u Njemačkoj, studeni 2007.



... dok plava linija predstavlja predviđenu proizvodnju, ...

Primjer: Vjetroelektrane

- Proizvodnja vjetroelektrana u E.On zoni u Njemačkoj, studeni 2007.



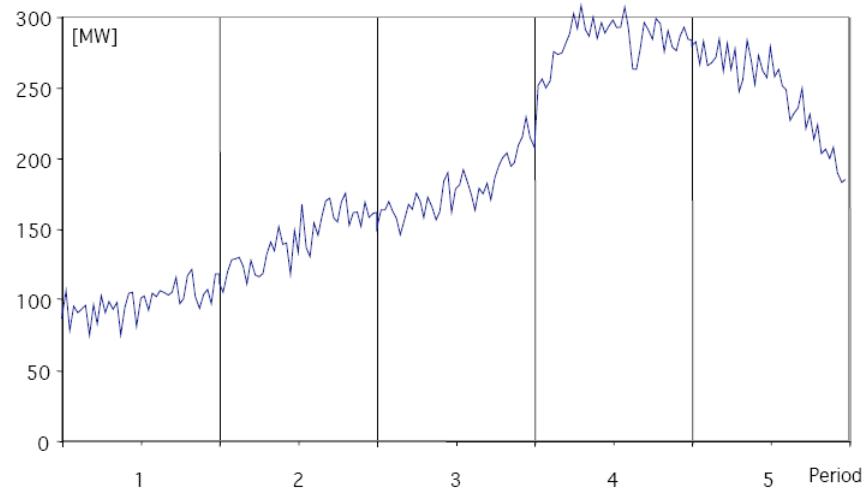
... zelena linija predstavlja razliku između ostvarene i predviđene proizvodnje. Proizvodnja vjetrolektrana mijenja se zbog promjenjivosti izvora energije, tj. vjetra. Osim toga, u većini zemalja vjetroelektrane, s obzirom da su obnovljivi izvor energije, imaju status povlaštenosti te su operatori sustava dužni preuzeti ukupno proizvedenu energiju iz vjetrolektrana. To, dakako, uzrokuje promjene proizvodnje u drugim elektranama.

Promjene proizvodnje

- Predviđanja potrošnje energije su dostupna
 - Historijski podaci
 - Vremenske prognoze
 - Tržišni podaci / narudžbe
- Proizvodnja mora odgovarati potrošnji i tako se planira
 - Bazna proizvodnja
 - Dnevna proizvodnja
 - Vršna proizvodnja
- Godišnji ugovori, mjesecni, satni...

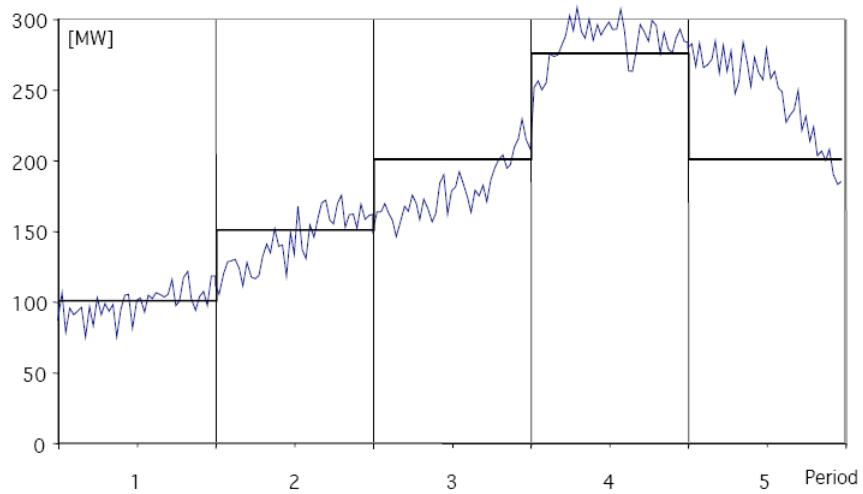
Proizvodnja se, općenito, planira tako da zadovolji potražnju.

Primjer: promjena potrošnje tijekom 5 perioda



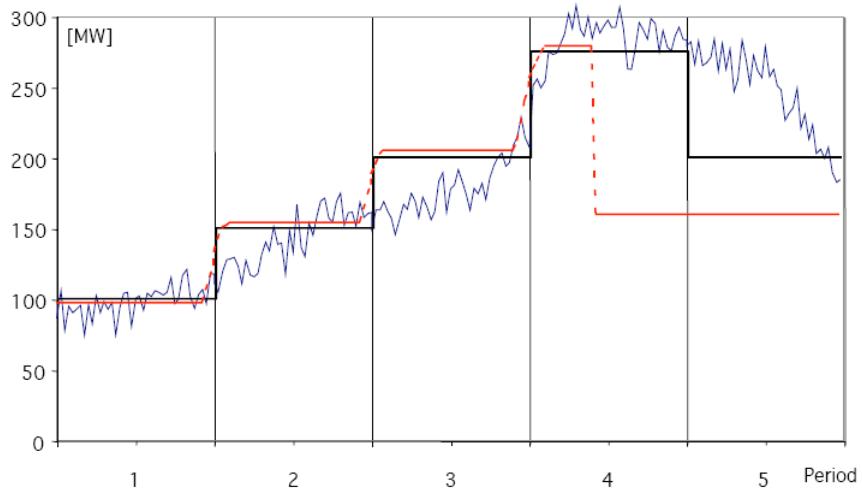
Slika prikazuje promjene potrošnje u nekom sustavu tijekom 5 razdoblja trgovanja. Potrošnja je naravno fluktuirajuća, no kako na to gleda tržište?

Primjer: tržena energija



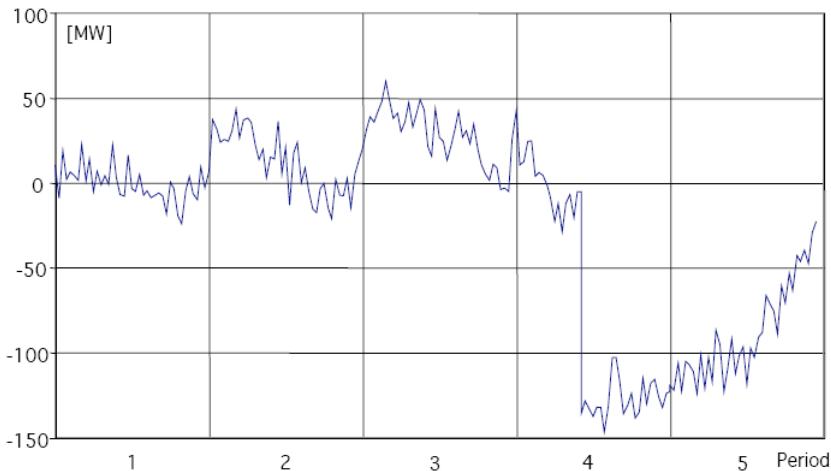
Potražnja naravno varira (plava linija), a tržište pojednostavljeni pretpostavlja da je potrošnja u svakom razdoblju konstantna (imamo step-funkciju). Ta funkcija ujedno predstavlja i očekivanu funkciju proizvodnje. No, naravno u stvarnosti generatori nisu sposobni točno proizvoditi kako je predviđeno...

Primjer: proizvedena energija



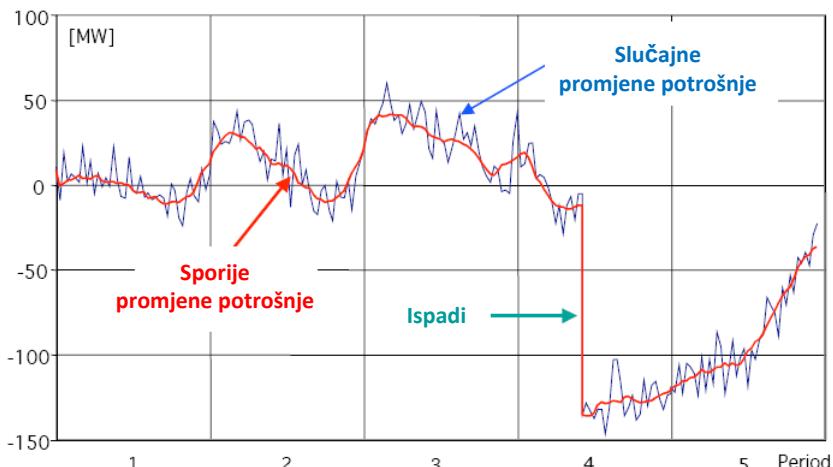
... Crvena linija predstavlja stvarnu proizvodnju raspoloživu na tržištu. Osim odstupanja između proizvodnje i potrošnje (crvena i crna linija), uočite i male nepodudarnosti na prijelazima razdoblja. Zašto je to tako? Zbog inertnosti proizvodnih jedinica i vremena potrebnog da prilagode svoju proizvodnju. Uočite da je u ovom primjeru došlo do značajne neravnoteže tijekom 4. razdoblja, a razlog je iznenadni ispad proizvodne jedinice.

Primjer: neravnoteža



Ova slika prikazuje neravnotežu (razliku) između proizvodnje i potrošnje. Slika otkriva tri karakteristike: iznenadne i slučajne fluktuacije, sporije i cikličke fluktuacije te povremene snažne poremećaje (kao u periodu 4), što je prikazano na sljedećem *slide-u*.

Primjer: trend neravnoteže



"Ispeglana" linija je dodana na graf kako bi se istaknule sporije cikličke promjene.

Primjer (nast.)

- Razlike između potrošnje i tržene električne energije:
 - ne prati nagle promjene potrošnje
 - tržište prepostavlja konstantnu potrošnju tijekom perioda trženja
 - pogreške u predviđanju
- Razlike između tržene i proizvedene električne energije:
 - male greške upravljanja
 - ograničenja promjene snage (proizvodna jedinica ne može skokovito promijeniti svoju snagu) očita su na krajevima perioda
 - ispad proizvodne jedinice uzrokuje veliku neravnotežu

Usluge za održavanje ravnoteže

- Različite pojave utječu na ravnotežu
- Svaka pojava ima karakterističnu vremensku ovisnost
- Potrebne su različite usluge za kontrolu takvih pojava
- Točna definicija se razlikuje od tržišta do tržišta

Usluge održavanja ravnoteže uobičajeno dijelimo na: usluge **regulacije**, usluge **praćenja potrošnje** i usluge **rezerve**. Dok su prve dvije usluge više-manje kontinuirane, odnose se na male poremećaje ravnoteže i predvidive su te se koriste kao preventivne mjere, usluge rezerve koriste se kao korektivne mjere u slučajevima velikih i nepredvidivih poremećaja koji mogu biti velika prijetnja stabilnosti sustava.

Usluge regulacije

- Za upravljanje:
 - naglim promjenama potrošnje
 - malim, neželjenim promjenama u proizvodnji
- Za održavanje:
 - frekvencije što bliže nazivnoj
 - razmjene na željenim razinama
- Osigurana od strane proizvodnih jedinica koje:
 - mogu brzo prilagoditi proizvodnju
 - su priključene na mrežu
 - su opremljene regulatorom

Usluge praćenja potrošnje

- Služe za praćenje promjena potrošnje unutar tržišnog perioda
- Za održavanje
 - frekvencije što bliže nazivnoj
 - razmjene na željenim razinama
- Osigurana od strane proizvodnih jedinica koje mogu reagirati dovoljno brzo

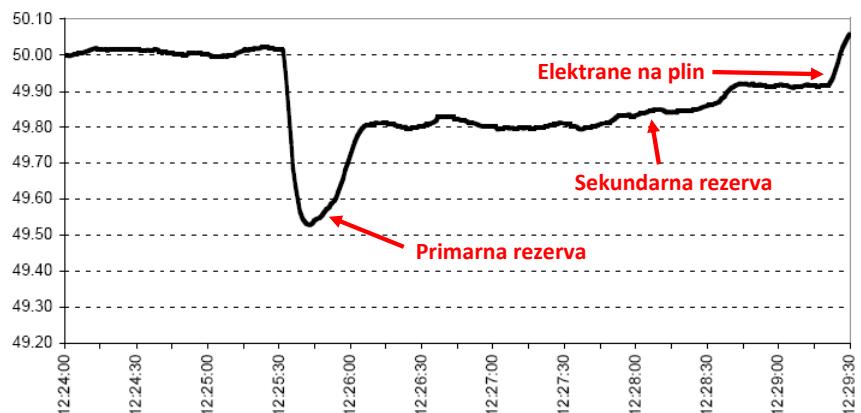
Usluge rezerve

- Služe za upravljanje velikim i nepredvidivim smanjenjima proizvodnje uslijed ispada proizvodne jedinice ili poveznog voda
- Dva glavna tipa:
 - rotirajuća rezerva
 - aktivira se trenutno
 - cijelokupni raspoloživi kapacitet brzo je dostupan
 - dopunska rezerva
 - aktivira se nešto sporije
 - zamjenjuje rotirajuću rezervu
- Točna definicija i parametri ovisi o tržištu

Podjela usluga za održavanje ravnoteže

- Usluge regulacije i praćenja potrošnje:
 - gotovo neprekidno u upotrebi
 - relativno malih iznosa
 - dosta predvidive
 - preventivne sigurnosne mjere
- Usluge rezerve:
 - potreba za njima nije predvidiva
 - korektivne sigurnosne mjere
 - pružanje usluge rezerve je jedan oblik preventivne sigurnosne mjere

Primjer: ispad velike proizvodne jedinice



Slika prikazuje frekvencijski odziv sustava nakon ispada elektrane. Primarna rezerva je definirana na promatranom tržištu kao ona koja mora "odgovoriti" u roku od 10 sekundi u punom kapacitetu i biti raspoloživa sljedećih 20 sekundi. Sekundarna rezerva mora biti u punom kapacitetu dostupna 30 sekundi nakon kvara, a mora biti raspoloživa sljedećih 30 minuta. Na slici je vidljivo da je primarna rezerva uspjela održati sustav na 49,5 Hz, nakon čega je sekundarna rezerva pomogla dovesti sustav blizu nazivne frekvencije. Na kraju razmatranog razdoblja, plinske turbine su uzrokovale daljnji rast frekvencije.

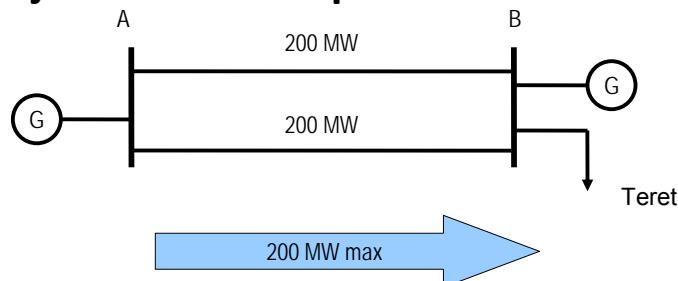
Mreža: analiza sigurnosti

- Operator neprekidno provodi analizu sigurnosti
- Ni jedan mogući poremećaj ne smije destabilizirati mrežu
- Mogućnosti destabilizacije:
 - termičko preopterećenje
 - prijelazna nestabilnost
 - nestabilnost napona
- Ukoliko poremećaj može destabilizirati mrežu potrebno je poduzeti preventivne sigurnosne mjere

Vrste preventivnih djelovanja

- Jeftinija preventivna djelovanja:
 - primjeri:
 - podešavanje regulatora na transformatorima
 - podešavanje referentnog napona generatora
 - podešavanje zakretača faza (phase shifters)
 - učinkovita ali s ograničenim mogućnostima
- Skuplja preventivna djelovanja:
 - ograničavanje tokova na nekim vodovima
 - ograničavanje proizvodnje nekih proizvodnih jedinica
 - utječu na sposobnost sudjelovanja na tržištu nekih sudionika

Primjer: termički kapacitet

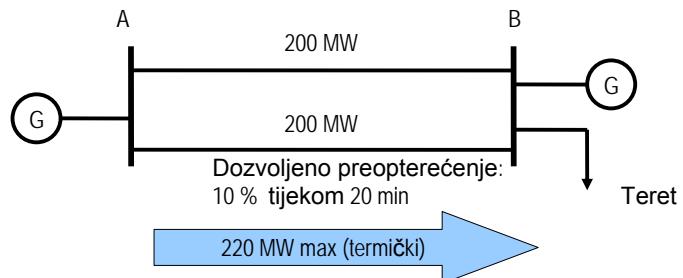


- Oba voda između A i B imaju nazivni kapacitet 200 MW
- Proizvođač A može prodati samo 200 MW potrošnji na B
- Preostalih 200 MW treba biti raspoloživo za slučaj ispada jednog od vodova

Razmotrimo sustav s dvije sabirnice i dva voda. Najlakše nam je odrediti termička ograničenja sustava, tj. vodova. Pretpostavimo da oba voda mogu prenijeti 200 MW bez nedopuštenog zagrijavanja, što će značiti da potrošači na sabirnicama B mogu dobiti samo 200 MW, jer drugi vod mora biti rezerva u slučaju ispada onog prvog. Ovo je vrlo strogo pravilo sigurnosti (N-1) koje se može ublažiti uvođenjem korektivnih mjera nakon kvara.

Sljedeći *slide*...

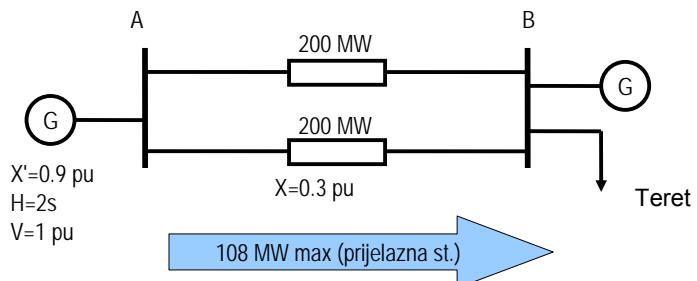
Primjer: interventni termički kapacitet



- Oba voda između A i B imaju nazivni kapacitet 200 MW
- Svaki vod ima dozvoljeno 10% prekoračenje nazivne vrijednosti tijekom 20 minuta
- Ukoliko proizvođač B može na zahtjev povećati proizvodnju za 20 MW tijekom 20 minuta, tada proizvođač A može prodavati 220 MW potrošačima na B tijekom tih 20 minuta

Pretpostavimo da svaki vod može podnijeti 10% preopterećenje 20 minuta bez oštećenja. Ukoliko operator sustav može od generatora na sabirnicama B osigurati povećanje snage za 20 MW u 20 minuta, onda je max. snaga koju je moguće prenijeti od A do B jednaka 220 MW.

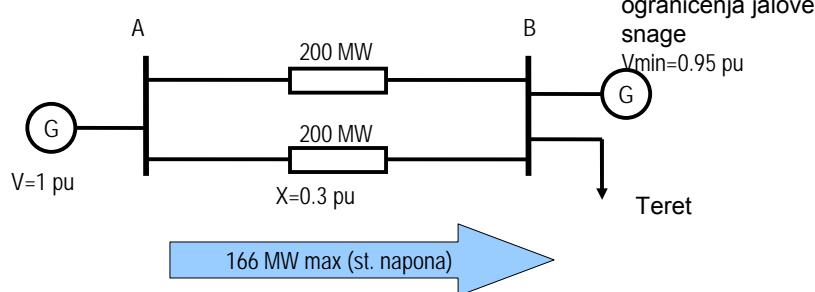
Primjer: prijelazna stabilnost



- Pretpostavke:
 - B sabirnica predstavlja krutu mrežu
 - prijelazna reaktancija A = 0.9 p.u., inercijska konstanta H iznosi 2 s
 - reaktancija svakog voda iznosi 0.3 p.u.
 - naponi su nazivnih iznosa
 - kvar se otklanja unutar 100 ms iskapčanjem zahvaćenog voda
- Izračunato: Maksimalni prijenosni kapacitet: 108 MW

Ako bismo željeli odrediti utjecaj prijelaznih pojava na stabilnost sustava, potrebni su nam dodatni podaci o sustavu, koji su zadani na slici i navedeni kao pretpostavke. Najgori kvar je prekid jednog voda u blizini sabirnica A. Prepostavimo da se kvar uklanja iskapčanjem voda u roku 100 ms. Korištenjem nekog programa za analizu prijelaznih pojava, izračunava se da je u tom slučaju moguće prenijeti 108 MW od točke A do B. Valja istaknuti da je napon na obje sabirnice držan konstantnim 1p.u.

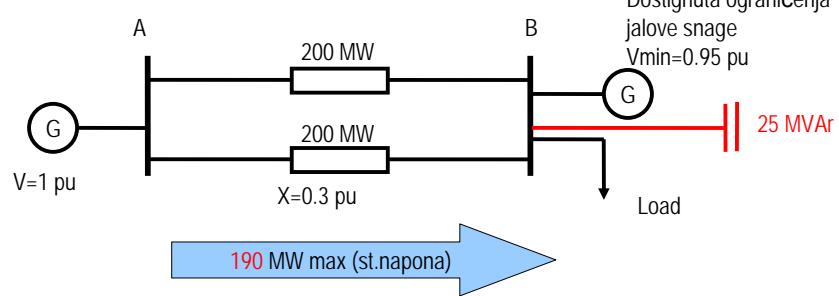
Primjer: stabilnost napona (1)



- Bez regulacije jalovine na B:
 - 198 MW se može prenijeti između A i B prije no što napon na B padne ispod 0,95 p.u.;
 - Ipak, doći će do naponskog sloma ako se vod isključi pri prijenosu snage veće od 166 MW.
- Tako je maksimalni dozvoljeni prijenosni kapacitet 166 MW

Pogledajmo sada utjecaj nestabilnosti napona. Iznos jalovine na sabirnicama B ima značajan utjecaj na prijenosni kapacitet preostalog voda. Ukoliko je generator B dostigao svoj limit jalove snage, programom za određivanje tokova snage možemo odrediti da, kada su oba voda u funkciji, od točke A do točke B je moguće prenijeti 198 MW, prije negoli napon na B padne ispod 0,95 p.u. No, isto tako proračun pokazuje da ako je snaga iznad 166 MW i jedan vod ispadne, stabilnost napona neće biti održana.

Primjer: stabilnost napona (2)



- 25 MVar jalovine na B raspoloživo za regulaciju:
 - 190 MW se može prenijeti između A i B, a da pri tome ispad voda ne prouzrokuje naponski slom

Sada na prethodni slučaj dodajemo mogućnost injektiranja jalove snage na sabirnicama B u iznosu 25 MVar, tada se prijenosni kapacitet može povećati do 190 MW a da ispad voda ne dovede do narušavanja stabilnosti napona.

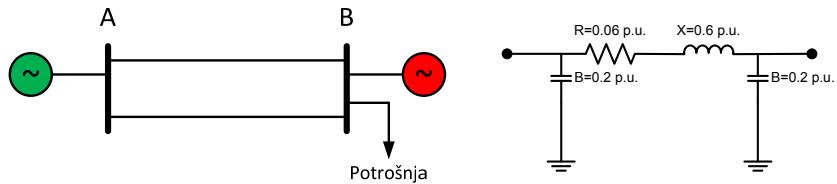
Kontrola napona i podrška jalovinom (1)

- Korištenjem izvora jalovine povećava se iznos radne energije koja se može prenositi kroz mrežu
- Neki od tih izvora su pod kontrolom operatora sustava:
 - kondenzatori i prigušnice;
 - staticki VAr kompenzatori;
 - otcjepi na regulacijskim transformatorima.
- Najučinkovitiji izvori jalovine su generatori
- Potrebno je definirati usluge kontrole napona kako bi se mogli odrediti uvjeti pod kojima operator sustava može koristiti ove izvore

Kontrola napona i podrška jalovinom (2)

- Potrebno je uzeti u obzir normalne i ekstremne uvjete rada
- Normalni uvjeti:
 - $0.95 \text{ p.u.} \leq V \leq 1.05 \text{ p.u.}$
- Ekstremni uvjeti:
 - osigurati dovoljno jalovine da bi se spriječio naponski slom uslijed kvara
- Zahtjevi za ekstremne uvjete su kudikamo stroži od zahtjeva za normalne uvjete
- Raspoloživa jalova podrška je važnija od kontrole napona

Kontrola napona u normalnim uvjetima (1)

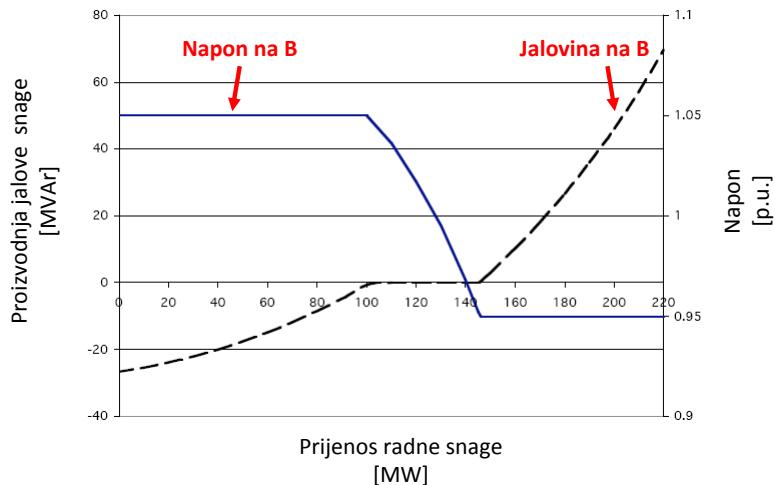


- Potrošnja na B ima jedinični faktor snage ????
- Napon na A se održava konstantnim
- Kontrola napona na B?

Što znači jedinični faktor snage??? – Čisti omski otpor – nerealno!

Prva slika pokazuje jednostavni model sustava, a druga slika pokazuje ekvivalentnu shemu voda.

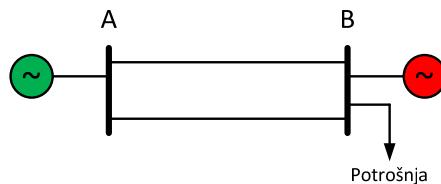
Kontrola napona u normalnim uvjetima (2)



Slika prikazuje sljedeće:

Kada je transfer snage od A do B mali, generator B mora apsorbirati višak jalovine koji je nastao zbog vodova, kako bi napon ostao na gornjoj granici. U rasponu od 100 do 145 MW, jalovina je takva da napon prirodno ostaje unutar dozvoljenih granica i nema potrebe za injektiranjem jalovine sa sabirnica B. No, kada snaga prijeđe 145 MW, gubici jalovine u vodovima su takvi da moraju biti kompenzirani injektiranjem jalovine na sabirnici B, kako bismo održali napon iznad donje granice.

Kontrola napona u normalnim uvjetima (3)



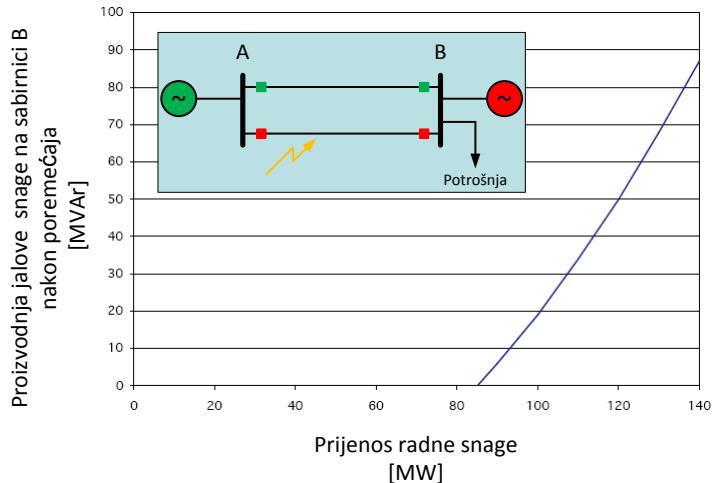
- Kontrola napona na B pomoću generatora A

Prenešena snaga [MW]	V_B [p.u.]	V_A [p.u.]	Q_A [MVAr]
49.0	1.05	0.95	-68.3
172.5	0.95	1.05	21.7

- Lokalna kontrola napona mnogo je učinkovitija

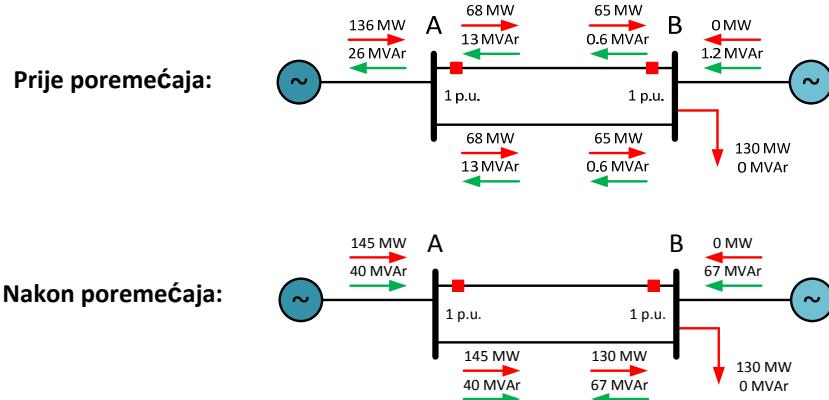
Što ako je generator na B preskup da bi se njime regulirao napon? Operator može pokušati regulirati napon na sabirnicama A. Kada je prenesena snaga mala, napon na B je visok. U slučaju u tablici, napon na A je na najnižoj mogućoj granici. Drugi slučaj predstavlja drugi ekstrem – kada je prenesena snaga velika, napon na B je na najnižoj granici, a napon na A mora biti na svojoj gornjoj granici. Sve izvan ovog raspona snaga predstavlja narušavanje uvjeta u sustavu i svako injektiranje jalovine je besmisleno. Zaključujemo stoga da je **lokalna kontrola napona mnogo učinkovitija od daljinske**, čak i pod normalnim radnim uvjetima.

Podrška jalovinom nakon ispada voda



No, normalni uvjeti nam nisu toliko interesantni, koliko mogućnost opskrbe jalovinom u slučaju ispada voda. Slika prikazuje koliko je potrebno jalove snage injektirati na sabirnicama B u slučaju ispada jednog našeg voda. Graf pokazuje da sustav može podnijeti ispad voda bez injektiranja jalove snage kada je prijenos snage manji od 85 MW. No nakon toga, potražnja za jalovom snagom snažno raste.

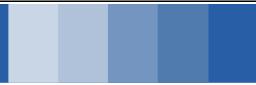
Stanje prije i nakon poremećaja



Ove nam slike prikazuju stanje (tokove snaga) prije i poslije ispada voda, u slučaju kada se od A do B prenosi 130 MW. Generator na sabirnicama B održava svoj napon na jednakoj razini prije i poslije kvara. Prije kvara, vodovi proizvode oko 25 MVar koje treba kompenzirati generatorom na sabirnicama A. Gubici radne snage su oko 3 MW. Nakon kvara, oba generatora injektiraju jalovu snagu u preostali vod kako bi se održala stabilnost napona. Vod sada ne proizvodi jalovinu, već ju konzumira i to u iznosu 107 MVar. Gubici radne snage su se povećali na 15 MW.

Ostale pomoćne usluge

- Usluge koje osiguravaju stabilnost:
 - intertrip sheme:
 - isključivanje generatora nakon kvarova
 - uređaji za smanjivanje oscilacija u sustavu
- Mogućnost ponovnog pokretanja sustava nakon potpunog raspada – crni start (*black start restoration capability*)



OSIGURAVANJE POMOĆNIH USLUGA

Osiguravanje pomoćnih usluga

- Koliko pomoćnih usluga treba kupiti?
- Na koji način osigurati pomoćne usluge?
- Tko treba platiti te usluge?

Koliko pomoćnih usluga treba kupiti? (1)

- Operator sustava otkupljuje usluge
 - to radi u interesu potrošača
- Usluge se koriste uglavnom kod poremećaja
 - njihova dostupnost je važnija od njihovog korištenja
- Manjak usluga:
 - nije moguće garantirati sigurnost sustava
 - nije moguće održavati kvalitetu opskrbe
- Višak usluga:
 - olakšava rad operatora
 - troškovi se prenose na korisnike sustava

Koliko pomoćnih usluga treba kupiti? (2)

- Operator sustava treba obavljati analizu žrtava i koristi (eng. cost/benefit)
 - uspoređivati stvarnu vrijednost usluga s njihovim troškovima
- Vrijednost usluga: unaprjeđenje sigurnosti sustava i kvalitete opskrbe
- Složen optimizacijski problem
- Potrebno je stvoriti inicijativu operatoru da osigura dovoljnu količinu pomoćnih usluga uz minimalan trošak

Na koji način osigurati pomoćne usluge?

- Dva pristupa:
 - obaveza sudionika da pružaju usluge
 - tržište pomoćnim uslugama
- Oba dakako imaju prednosti i mane
- Na izbor utječe:
 - vrsta usluge
 - priroda EES-a
 - povijest EES-a

Obaveza sudionika na pružanje usluga

- Kako bi stekli uvjete za priključenje na mrežu, proizvođači moraju ispunjavati, određene, unaprijed definirane uvjete
- Primjeri:
 - proizvodne jedinice moraju biti opremljene regulatorom u rasponu 4%:
 - sve proizvodne jedinice doprinose kontroli frekvencije
 - proizvodne jedinice moraju biti sposobne raditi u području od 0.85 ind do 0.9 kap:
 - sve proizvodne jedinice doprinose kontroli napona i podršci jalovinom

Prednosti

- Minimalno odstupanje od ustaljene prakse
- Jednostavnost
- Uglavnom osigurava sigurnost sustava i kvalitetu opskrbe

Mane (1)

- Nije nužno dobra ekonomска politika:
 - može doći do pretjeranog i nepotrebnog investiranja u suvišne kapacitete
 - sve proizvodne jedinice ne moraju nužno pomagati kontroli frekvencije
 - sve proizvodne jedinice ne moraju biti opremljene stabilizatorima
- Obeshrabruje tehnološke inovacije u pogledu razvoja najboljeg načina osiguravanja pomoćnih usluga
- Proizvođači moraju pružati uslugu koja uzrokuje troškove bez ikakve naknade
 - primjer: proizvodnja jalove energije uzrokuje gubitke i smanjuje kapacitet za radnu energiju

Mane (2)

- (Ne)jednaki uvjeti za sve:
 - kako upravljati proizvodnim jedinicama koje ne mogu pružati neke od usluga?
 - primjer: nuklearne elektrane ne mogu pomagati u kontroli frekvencije.
- Ekonomski (ne)učinkovitost:
 - nije mudro siliti visoko učinkovite proizvodne jedinice na rad na djelomičnom opterećenju kako bi mogle pružati usluge rezerve
 - kao učinkovitije rješenje nameće se donošenje centralne odluke o potreboj količini rezerve i aktiviranje dodatnih jedinica za te potrebe
- Obvezno pružanje usluge nije moguće ostvariti za sve usluge
- Kako se nositi s iznimkama koje narušavaju natjecanje?

Tržište pomoćnim uslugama

- Različita tržišta za različite usluge
- Dugoročni ugovori:
 - za usluge kod kojih se potreban iznos ne mijenja, a dostupnost ovisi o karakteristikama opreme
 - primjer: crni start, intertrip sheme, stabilizatori sustava regulacija frekvencije
- Spot tržište:
 - kod usluga kod kojih se dešavaju promjene u iznosu tijekom dana
 - cijena ponuda usluga se također mijenja zbor interakcije s redovnim tržištem električnom energijom
 - primjer: rezerva
- Operator sustava može smanjiti rizik kombiniranim korištenjem spot tržišta i dugoročnih ugovora

Uzimajući u obzir mane obvezivanja sudioika na ponudu pomoćnih usluga, uobičajilo se organizirati tržište pomoćnim uslugama. Kakv će način trgovanja biti (dugoročni ugovori ili spot), ovisi o samim uslugama.

Objašnjenje pojnova:

Crni start: procedura za oporavak od raspada EES-a (prijenosnog sustava) koji je uzrokovao značajan gubitak proizvodnje. To znači da su elektrane izolirane od mreže i da ih se treba pokrenuti individualno i postupno, kako bi se sustav oporavio. Naime, elektrane trebaju električnu energiju za pokretanje i ta energija uobičajeno dolazi iz mreže. No kad nema mreže, što onda? Elektrane za crni start su opremljene pomoćnim sustavima (npr. dizel agregat) na lokaciji koja služi ovoj svrsi. Kada se takva elektrana pokrene, postupno se "oživljava" mreža što omogućuje pokretanje i drugih elektrana. O crnom startu se uobičajeno brine/odlučuje tijekom projektiranja elektrane.

Intetrip: to je procedura automatskog iskapčanja proizvodne jedinice ili tereta kada se specifični događaj u sustavu dogodi. Koristi se da se ublaže efekti nekog kvara kao preopterećenje sustava s ciljem održavanja stabilnosti sustava.

Prednosti

- Ekonomski učinkovitije od obveznog sudjelovanja
- Operator sustava kupuje samo potrebne količine usluga
- Sudjeluju samo oni sudionici koji tu vide svoj profit
- Pomaže u otkrivanju stvarne cijene usluga
- Otvara prilike za inovativna rješenja

Mane

- Složenije
- Vjerojatno nije primjenjivo za sve vrste usluga
- Pogodno za zloupotrebu tržišne moći (zbog malog broja sudionika koji mogu ponuditi pomoćnu uslugu):
 - primjer: potpora jalovom snagom u udaljenim dijelovima mreže koju može osigurati samo jedna elektrana
 - tržište jalovom snagom treba biti pažljivo definirano

Doprinos potrošača pomoćnim uslugama

- Stvaranje tržišta pomoćnim uslugama otvara priliku i potrošačima za pružanjem tih usluga
- Nažalost, pomoćne usluge se oslanjaju uglavnom na tradicionalne metode
- U istinski natjecateljskom okruženju, operator sustava ne bi smio favorizirati ni jednu ponudu, bez obzira dolazi li ona od strane proizvodnje ili potrošnje

Prednosti aktivnog sudjelovanja potrošača

- Veći broj sudionika potiče natjecanje i snižava cijenu
- Bolje iskorištavanje resursa:
 - primjer:
 - osiguravanje rezerve prekidanjem opskrbe umjesto djelomičnim opterećivanjem termoelektrana
 - dolazi do izražaja posebno u slučajevima visoke penetracije obnovljivih izvora energije
- Potrošači mogu predstavljati pouzdaniji izvor usluga:
 - veći broj manjih pružatelja usluge

Mogućnosti za sudjelovanje potrošača

- Različiti oblici rezerve:
 - dozvoljavanje prekida opskrbe
- Regulacija frekvencije:
 - pumpe s promjenjivom brzinom



HVALA NA POZORNOSTI

KUPOVANJE POMOĆNIH USLUGA

Kvantificiranje potreba za pomoćnim uslugama

- Potrebna je tehn-ekonomkska optimizacija
- Što je optimalno?
 - **Granični trošak** osiguravanja veće razine sigurnosti u sustavu
= graničnoj vrijednosti te povećane sigurnosti
 - Troškove je lako izračunati, vrijednost sigurnosti nije!
 - Sjetimo se koncepta *VoLL*
 - Analiza “žrtava” i dobiti obično nije primjenjiva, pa se koriste kompleksniji modeli (*ali to prelazi obuhvat ovog predmeta*)

Sigurnost sustava treba biti očuvana. Operator sustava mora kupovati sigurnost za korisnike sustava. Ako prihvatimo koncept tržišta pomoćnih usluga, onda operator sustav mora platiti za osiguranje sigurnosti sustava, tj. za pomoćne usluge. Taj će trošak operator naravno morati nadoknaditi od korisnika sustava, a budući da trošak nije mali, korisnici će morati biti uvjereni da je ostvaren optimum – da je kupljena odgovarajuća količina pomoćnih usluga, po odgovarajućoj cijeni i da je svaki korisnik za to platio fer udio u ukupnim troškovima pomoćnih usluga.

No što je optimalno? ... (*slide*)

Ko-optimizacija energije i rezerve na centraliziranom tržištu

- Inicijalno se energijom i rezervom trgovalo na odvojenim tržištima
 - Svako tržište je zatvarano (*clearing*) posebno i sukcesivno
 - Npr. prvo se zatvaralo tržište za primarnu rezervu, potom za sekundarnu rezervu, a onda za energiju
 - Proizvodi koji se nisu utržili na jednom tržištu, mogli su se ponuditi na drugima
 - To je uzrokovalo probleme te je koncept napušten
- Konsenzus je postignut da je bolje imati jedno tržište za energiju i za rezervu
- Potrebna je ko-optimizacija oba proizvoda na istom tržištu
- Razlog: postoji snažna međuvisnost ta dva proizvoda

Posljedice ko-optimizacije

- Da bi osigurali rezervu, generatori moraju raditi pod djelomičnim opterećenjem (rotirajuća rezerva)
- Djelomično opterećen generator ne može prodati onoliko energije koliko bi mogao da radi na nazivnom opterećenju
- Da bi se zadovoljila potražnja, morat će se angažirati skuplje jedinice (viši MC)
- Učinkovitost generatora pod djelomičnim opterećenjem može biti niža nego kad rade pod punim opterećenjem – morat će im se platiti više za energiju koju proizvode
- Sama rezerva košta, ali isto tako o modelu ovisi hoće li poskupiti i energiju (u planiranom pogonu)

Rezerva može povećati troškove električne energije, no to ne mora nužno biti tako i zato provodimo proces kooptimizacije energije i rezver. Pogledajmo to na sljedećem jednostavnom primjeru...

Primjer 5.6: ko-optimizacija energije i rezerve

- Mali sustav s potražnjom 300-720 MW
- Pretpostavka: 250 MW rezerve potrebno za održavanje stabilnosti sustava u svim uvjetima; troškovi rezerve jednaki nuli (5.7 ima troškove)
- 4 generatora u sustavu
- Sposobnost osiguranja rezerve za generatore 2 i 3 dodatno ograničena njihovom sposobnošću reakcije (rezerva kao funkcija energije koju proizvode)*

Generatori	Granični trošak energije (€/MWh)	P_{\max} (MW)	R_{\max} (MW)
1	2	250	0
2	17	230	160
3	20	240	190
4	28	250	0

* Knjiga str. 122 primjeri 5.6 i 5.7

Razmatramo mali sustav sa zadanim rasponom potražnje i zahtjevom za rezervom u sustavu. 4 su generatora u sustavu, za koje prepostavljamo konstantne granične troškove i ograničenja snage i rezerve kao u tablici.

Primjer: Problem linearog programiranja

Pronaći P i R za svaki od generatora tako da se:

- Minimizira: $2*P_1+17*P_2+20*P_3+28*P_4$
- Uz sljedeća ograničenja:
 - $P_1+P_2+P_3+P_4 = D$
 - $R_1+R_2+R_3+R_4 = \text{ili } > 250$
 - Ograničenja snaga generatora (P_{\max})
 - Ograničenja max. rezerve (R_{\max}) = 160 odn. 190 MW
 - Ograničenja mogućnosti osiguravanja rezervi generatora u ovisnosti o proizvodnji ($R_{\max} < \text{ili } = P_{\max} - P$)
- Jednostavan problem, lako rješiv primjenom nekog programskog alata, npr. Matlab
 - `Linprog (f, A, b, Aeq, beq, lb, ub)`

$$\min_x f \cdot x, \quad s.t. A \cdot eq \cdot x = beq; \quad A \cdot x \leq b; \quad lb \leq x \leq ub$$

Zadatak je operatora da odredi raspored elektrana na način da minimizira troškove proizvodnje uz zadovoljavanje operativnih ograničenja, koja su pobrojana na slide-u.

Rezultat iz primjera 5.6

Potr. (MW)	P ₁ (MW)	R ₁ (MW)	P ₂ (MW)	R ₂ (MW)	P ₃ (MW)	R ₃ (MW)	P ₄ (MW)	R ₄ (MW)
300-420	250	0	50-170	60	0	190	0	0
420-470	250	0	170	60	0-50	190	0	0
470-720	250	0	170	60	50	190	0-250	0

Uzmimo 300 MW opterećenja da jednostavno analiziramo:

- P₁= 250 MW jer je najmanji MC
- P₂ jednako 50 MW jer je sljedeći MC po veličini
- R₃ je rezerva i to R_{3max} (190 MW) jer je skuplja nego R₂ (Jedinicu 2 čuvamo za porast opterećenja P)
- R₂ = R_{potrebito} - R₃ = 250-190 = 60 MW
- porast P do 420 zbiva se na račun P₂ (od 50 do 170)
- cijena rezerve jednaka je nuli jer je povećanje opterećenja moguće na račun P₂

U tablici je dan rezultat optimizacijskog problema. Pogledajmo prvo slučaj da je opterećenje 300 MW. Gen.1 ne može osiguravati rezervu, a ima najmanji gr.trošak, pa će raditi na max. snazi. Gen. 2 ima sljedeće najniže gr.troškove pa će proizvoditi preostalih 50 MW, i uz to će osiguravati 60 MW rezerve, jer će preostalih potrebnih 190MW rezerve osiguravati gen.3 koji neće proizvoditi el.ene (jer je to skuplje nego da proizvodi gen.2). Gen.2 koristimo i za pokrivanje porasta potražnje do 420 MW. Cijena el.ene. je jednaka gr. trošku gen.2 tj 17 EUR/MWh. Gen.4 uopće ne radi, jer u ovom rasponu potrošnje od 300-420 MW nije potreban.

U ovom slučaju gen.2 i gen3. mogu osigurati svu potrebnu rezervu, pa je cijena rezerve jednaka nuli.

Rezultat iz primjera 5.6

Potr. (MW)	P ₁ (MW)	R ₁ (MW)	P ₂ (MW)	R ₂ (MW)	P ₃ (MW)	R ₃ (MW)	P ₄ (MW)	R ₄ (MW)
300-420	250	0	50-170	60	0	190	0	0
420-470	250	0	170	60	0-50	190	0	0
470-720	250	0	170	60	50	190	0-250	0

Uzmimo 420 do 470 MW opterećenja i jednostavno analiziramo:

- P₁= 250 MW jer je najmanji MC
- P₂ = 170 MW jer je sljedeći MC po veličini
- R₂ = 60 MW i R₃ = 190 MW (jer nam treba 250 MW)
- P₃ = 0 - 50 jer je to sljedeći MC (20 €/MWh)
- Marginalna jedinica je 3 po cijeni 20.
- Cijena rezerve 20 - 17 = **3 €/MWh**.
- Za jednu dodatnu jedinicu rezerve (**marginalna cijena**) moramo smanjiti P₂ za jedan (jedina koji može proizvesti dodatnu rezervu) i povećati R₂ za jedan te povećati P₃ za jedan

Za raspon potrošnje od 420 do 470 MW, gen.2 moramo voziti na 170 MW (to je max.), jer mora osigurati i 60 MW rezerve. Proizvodnju gen.2. želimo držati na maksimumu jer ima druge po redu najmanje gr. troškove. Gen.3 će i dalje davati svoju max. rezervu, a uz to će moći dati 0-50 MW kojima ćemo zadovoljiti porast potražnje u promatranom rasponu. To znači da je sada cijena el.ene jednaka gr.trošku gen.3, a to je 20 EUR/MWh.

Kako odrediti cijenu rezerve? Gen.3 daje svoj max. od 190 MW rezerve. Da bi se osigurala dodatna jedinica rezerve do traženih 250 MW, potebno je angažirati gen.2 čiji je gr.trošak 17 EUR/MWh. Znači, cijena rezerve je 20-17=3 EUR/MWh.

I u zadnjem rasponu potrošnje, angažiramo konačno i gen.4, koji sada postaje granična jedinica, tj. ona koja nadomešta porast potražnje. To znači daje cijena električne energije jednaka 28 EUR/MWh tj. gr.trošku gen.3. Koliki je trošak rezerve? On je jednak razlici gr.troškova gen.4 i gen.2 tj. 28-17=11 EUR/MWh. Zašto? Ako želimo dodatnu jedinicu rezerve, moramo smanjiti proizvodnju el.ene gen.2 i tako povećati proizvodnju gen.2. Odabrali smo gen.2 jer on ima mogućnost povećavati rezervu do 160 MW, a gen.3 već daje max. rezervu koju može.

Primjer: rješenje – cijene energije i rezerve

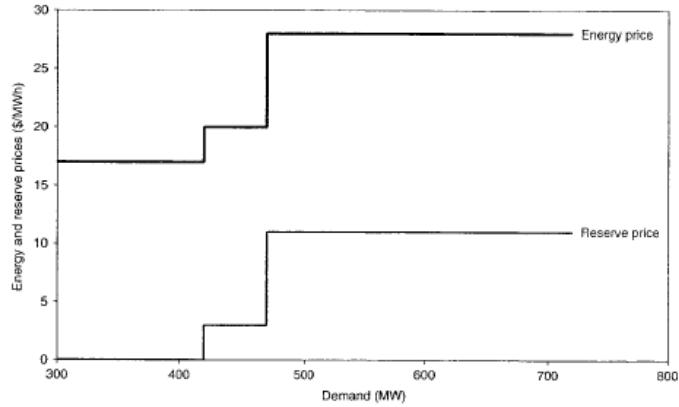


Figure 5.10 Energy and reserve prices for the conditions of Example 5.6

Na ovoj slici su prikazane cijene energije i rezerve u ovisnosti o potrošnji.

Ekonomija u energetici

Primjer: rješenje – prihodi, troškovi i profit generatora 2

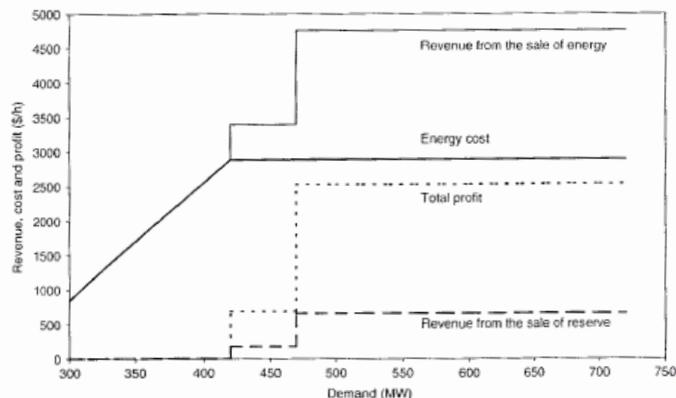


Figure 5.11 Revenues, cost and profit of unit 2 of Example 5.6 for a range of demand

Pogledajmo sada kakve prihode ostvaruju naša četiri proizvođača. Gen.1 uvije proizvodi max. i prodaje po cijeni koju određuju gr.troškovi drugih proizvođača. Budući da gen.1 ima najniže gr.troškove, on će uvijek ostvarivati profit.

U rasponu potražnje 300-420 MW, cijena energije je jednaka gr.trošku gen.2, pa on ne ostvaruje profit. Jednako tako, cijena rezerve je nula, pa ni od prodaje rezerve ne ostvaruje profit.

No, u rasponu od 420-470 MW, gen.3 je granični proizvođač i cijena el.ene je 20 EUR/MWh. To znači da gen.2. ostvaruje profit od 3 (20-17) EUR/MWh od prodaje el.ene. Na prvi pogled bi se moglo reci da je gen.2 zakinut jer ne može proizvoditi više od 170 MW, ali treba uzeti u obzir da on osigurava rezervu od 60 MW i to upravo po cijeni 3 EUR/MWh, što je njegov oportunitetni trošak neprodane električne energije. U ovom rasponu gen.3 ne sotavljuje profit od prodaje el.ene jer se prodaje po njegovom gr.trošku, ali ostvaruje profit od rezerve u iznosu 3 EUR/MWh.

I u trećem rasponu, gen.4 je granični proizvođač koji ne ostvaruje profit. Gen.2 ostvaruje profit i to u iznosu od 11 EUR/MWh i za el.energiju i za rezervu. Treba imati na umu da je gen.2 granični proizvođač rezerve. S druge strane, gen.3 nije granični propizvođač ni energije (to je gen.4) ni rezerve (to je gen.2) te ostvaruje profit od 8 EUR/MWh (28-20) za proizvedenu el.ene i 3 EUR/MWh (20-17) za rezervu.

Slika prikazuje troškove, prihode i profit za gen.2.

Obvezno pogledajte primjer 5.7 u knjizi i uočite kako se priča mijenja ako postoje troškovi osiguravanja rezerve (npr. zbog gubitka efikasnosti zbog djelomičnog opterećenja ili dodatnih troškova održavanja).

Tko treba platiti pomoćne usluge? (1)

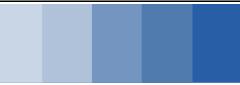
- Svi sudionici ne doživljavaju sigurnost sustava i kvalitetu opskrbe na jednak način:
 - primjeri:
 - potrošači naspram proizvođača
 - proizvodnja poluvodičke opreme naspram mehanizacije za navodnjavanje
- U idealnom slučaju, onaj tko više cjeni sigurnost treba je bolje osigurati i za to platiti
- Uz trenutnu tehnologiju to nije moguće:
 - operator sustava osigurava neku prosječnu razinu sigurnosti svim sudionicima
 - trošak za pomoćne usluge se dijeli među svim korisnicima temeljem njihove potrošnje

Tko treba platiti pomoćne usluge? (2)

- Podjela troškova za pomoćne usluge temeljena na potrošenoj energiji nije ekonomski učinkovita
- Neki sudionici povećavaju potrebu za pomoćnim uslugama mnogo više no ostali
- Oni dakle trebaju i platiti veći dio ukupne cijene i na taj način se potiče promjena njihovog ponašanja
- Primjer: raspodjela troškova za rezervu

Tko treba platiti pomoćne usluge? (3)

- Rezerva sprječava raspad sustava u trenucima kada postoji velika neravnoteža između potrošnje i proizvodnje
- Velike neravnoteže uglavnom nastaju nakon ispada neke proizvodne jedinice
- Vlasnici velikih proizvodnih jedinica koje često ispadaju iz pogona trebaju platiti veći udio ukupnog troška rezerve
- Tako ih se potiče na poboljšanje pouzdanosti opreme
- Dugoročni efekti:
 - smanjenje potreba za rezervama
 - smanjenje ukupnih troškova za rezervu



PRODAVANJE POMOĆNIH USLUGA

Prodavanje pomoćnih usluga

- Pomoćne usluge proizvođačima predstavljaju još jednu poslovnu priliku
- Ograničenja:
 - tehničke karakteristike proizvodnih jedinica:
 - maksimalna dozvoljena brzina promjene snage
 - pogonska karakteristika
 - oportunitetni trošak:
 - kapacitet koji je predviđen za rezervu ne može se koristiti za prodaju električne energije
 - potrebno je optimizirati zajedničku proizvodnju električne energije i pružanja usluge rezerve

Istovremena prodaja EE i rezerve

- Proizvođač pokušava ostvariti što veći profit sudjelovanjem na tržištu električnom energijom i rezervama
- Pretpostavke:
 - razmatra se samo jedna vrsta usluge rezerve
 - savršeno tržište električne energije i rezervi:
 - proizvođač je *price-taker* u oba tržišta
 - proizvođač može prodati količinu po volji na oba tržišta
 - razmatra se jedna proizvodna jedinica tijekom jednog sata:
 - ne uzimaju se u obzir troškovi pokretanja kao ni minimalno stanje u mirovanju i radu
 - nema dodatnog plaćanja za korištenje rezerve

Oznake:

- π_1 : tržišna cijena električne energije (€/MWh)
 π_2 : tržišna cijena rezerve (€/MW/h)
 x_1 : ponuđena i prodana **količina električne energije**
 x_2 : ponuđena i prodana **količina rezerve**
 P^{\min} : minimalna izlazna snaga
 P^{\max} : maksimalna izlazna snaga
 R^{\max} : gornja granica rezerve (granična brzina promjene snage x vrijeme isporuke)
 $C_1(x_1)$: trošak proizvodnje električne energije
 $C_2(x_2)$: trošak pružanja usluge rezerve (ne oportunitetni trošak)

Formulacija:

Funkcija cilja:

$$f(x_1, x_2) = \pi_1 x_1 + \pi_2 x_2 - C_1(x_1) - C_2(x_2)$$

Ograničenja:

$$x_1 + x_2 \leq P^{\max}$$

$$x_1 \geq P^{\min}$$

$$x_2 \leq R^{\max} \quad \text{Pretpostavka: } R^{\max} < (P^{\max} - P^{\min})$$

Lagrange-ova funkcija:

$$\ell(x_1, x_2, \mu_1, \mu_2, \mu_3) = \pi_1 x_1 + \pi_2 x_2 - C_1(x_1) - C_2(x_2) \\ + \mu_1 (P^{\max} - x_1 - x_2) + \mu_2 (x_1 - P^{\min}) + \mu_3 (R^{\max} - x_2)$$

Uvjeti optimalnog rješenja

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_1} = \pi_1 - \frac{dC_1}{dx_1} - \mu_1 + \mu_2 = 0$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_2} = \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} - \mu_1 - \mu_3 = 0$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial \mu_1} = P^{\max} - x_1 - x_2 \geq 0$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial \mu_2} = x_1 - P^{\min} \geq 0$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial \mu_3} = R^{\max} - x_2 \geq 0$$

Dopunski uvjeti

$$\mu_1 \cdot (P^{\max} - x_1 - x_2) = 0$$

$$\mu_2 \cdot (x_1 - P^{\min}) = 0$$

$$\mu_3 \cdot (R^{\max} - x_2) = 0$$

$$\mu_1 \geq 0; \mu_2 \geq 0; \mu_3 \geq 0$$

1. slučaj: $\mu_1 = 0; \mu_2 = 0; \mu_3 = 0$

- Nema obvezujućih ograničenja

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_1} = \pi_1 - \frac{dC_1}{dx_1} - \mu_1 + \mu_2 = 0 \Rightarrow \frac{dC_1}{dx_1} = \pi_1$$
$$\frac{\partial \ell}{\partial x_2} = \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} - \mu_1 - \mu_3 = 0 \Rightarrow \frac{dC_2}{dx_2} = \pi_2$$

- Nuditi električnu energiju i rezervu do razine na kojoj je cijena jednaka graničnom trošku
- Nema interakcija između ponude električne energije i rezerve

2. slučaj: $\mu_1 > 0; \mu_2 = 0; \mu_3 = 0$

- Proizvodni kapaciteti su u potpunosti iskorišteni

$$x_1 + x_2 = P^{\max}$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_1} = \pi_1 - \frac{dC_1}{dx_1} - \mu_1 + \mu_2 = 0$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_2} = \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} - \mu_1 - \mu_3 = 0$$

$$\Rightarrow \pi_1 - \frac{dC_1}{dx_1} = \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} \geq 0$$

- Graničan profit za električnu energiju jednak je graničnom profitu za rezervu

3. slučaj: $\mu_1 = 0; \mu_2 > 0; \mu_3 = 0$

- Proizvodna jedinica radi na minimumu

$$x_1 = P^{\min}$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_1} = \pi_1 - \frac{dC_1}{dx_1} - \mu_1 + \mu_2 = 0 \Rightarrow \frac{dC_1}{dx_1} - \pi_1 = \mu_2$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_2} = \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} - \mu_1 - \mu_3 = 0 \Rightarrow \frac{dC_2}{dx_2} = \pi_2$$

- Graničan profit rezerve
- Granični gubitak na EE smanjen radom na minimumu
- KKT (*Karush-Kuhn-Tucker*) uvjeti garantiraju samo graničnu profitabilnost, ne i stvarni profit

Slučajevi 4 i 5: $\mu_1 > 0; \mu_2 > 0; \mu_3 = 0$ & $\mu_1 > 0; \mu_2 > 0; \mu_3 > 0$

$$\mu_1 : x_1 + x_2 \leq P^{\max}$$

$$\mu_2 : x_1 \geq P^{\min}$$

$$\mu_3 : x_2 \leq R^{\max}$$

Budući da je prepostavka: $R^{\max} < (P^{\max} - P^{\min})$

ovi slučajevi nisu vrijedni razmatranja jer gornji i donji limiti ne mogu biti istovremeno obvezujući.

6. slučaj: $\mu_1 = 0; \mu_2 = 0; \mu_3 > 0$

- Rezerva ograničena brzinom promjene snage

$$x_2 = R^{\max}$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_1} = \pi_1 - \frac{dC_1}{dx_1} - \mu_1 + \mu_2 = 0 \Rightarrow \frac{dC_1}{dx_1} = \pi_1$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_2} = \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} - \mu_1 - \mu_3 = 0 \Rightarrow \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} = \mu_3$$

- Maksimalan profit EE
- Profit na rezervi se može povećati brzinom promjene snage rezerve (*ramp rate*)

7. slučaj: $\mu_1 > 0; \mu_2 = 0; \mu_3 > 0$

- Maksimalni kapacitet i brzina promjene snage su obvezujući

$$x_1 + x_2 = P^{\max}$$

$$x_2 \leq R^{\max} \quad \Rightarrow x_1 = P^{\max} - R^{\max}$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_1} = \pi_1 - \frac{dC_1}{dx_1} - \mu_1 + \mu_2 = 0 \Rightarrow \pi_1 - \frac{dC_1}{dx_1} = \mu_1$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_2} = \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} - \mu_1 - \mu_3 = 0 \Rightarrow \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} = \mu_1 + \mu_3$$

- I prodaja EE i rezerve su profitabilne
- Prodaja rezerve je profitabilnija ali je ograničena brzinom promjene snage

8. slučaj: $\mu_1 = 0; \mu_2 > 0; \mu_3 > 0$

$$x_1 = P^{\min}$$

$$x_2 = R^{\max}$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_1} = \pi_1 - \frac{dC_1}{dx_1} - \mu_1 + \mu_2 = 0 \Rightarrow \pi_1 - \frac{dC_1}{dx_1} = -\mu_2$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial x_2} = \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} - \mu_1 - \mu_3 = 0 \Rightarrow \pi_2 - \frac{dC_2}{dx_2} = \mu_3$$

- Prodaja rezerve je profitabilna ali je ograničena
- Prodaja EE je neprofitabilna
- Potrebno je provjeriti ukupnu profitabilnost



HVALA NA POZORNOSTI

Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

UTJECAJ PRIJENOSNE MREŽE NA CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE

1

Uvod

- Ne podrazumijeva se da su proizvođači i potrošači na istoj sabirnici
- Treba uzeti u obzir:
 - zagušenja - ograničenja u tokovima snage
 - gubitke u mreži
- Razmatrat ćemo dva načina trgovanja:
 - bilateralno odn. decentralizirano
 - burzovno odn. centralizirano

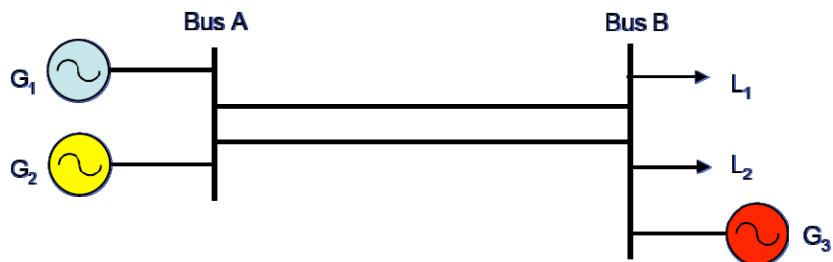
EES i tržište električne energije ne možemo promatrati pojednostavljeno smatrajući da su svi proizvođači i sva trošila spojena na istu sabirnicu. Mreža ima značajan utjecaj na rad EES-a pa tako i na formiranje cijene električne energije. Prvenstveno tu mislimo na ograničenja prijenosne moći vodova kao i na gubitke u mreži. U ovom ćemo predavanju razmatrati taj utjecaj mreže na cijenu električne energije i to u dva slučaja: bilateralno i burzovno tržište.

Bilateralno trgovanje

- U transakcije su uključeni samo proizvođač(i) i potrošač(i)
- Sami se dogovaraju o cijeni, količini i ostalim uvjetima isporuke
- Operator prijenosnog sustava:
 - nije uključen u trgovanje
 - održava samo ravnotežu proizvodnje i potrošnje i sigurnost sustava
 - kupuje ili prodaje ograničene količine energije za održavanje frekvencije (proizvodnja = potrošnji)
 - ako sigurnost ne može biti očuvana na drugi način tada može “injektirati” određenu količinu energije u pojedino(a) čvorište(a)

Bilateralno trgovanje podrazumijeva samo dva sudionika: proizvođača i kupca (potrošača). Operator sustava ne sudjeluje u transakcijama niti određuje cijenu te je zadužen samo za održavanje sigurnosti sustava i uravnoteženje proizvodnje i potrošnje.

Primjer bilateralnog trgovanja (1)

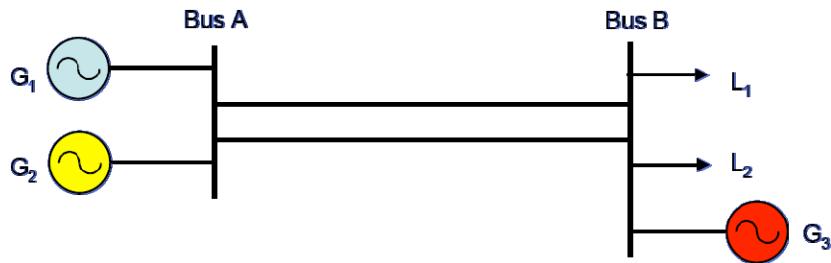


- Proizvođač G_1 je prodao 300 MW potrošaču L_1
- Proizvođač G_2 je prodao 200 MW potrošaču L_2
- Cijene nisu poznate
- Količine koje se trguju dužni su prijaviti Operatoru da se može provjeriti sigurnost

4

Pogledajmo primjer EES-a s dvije sabirnice, gdje proizvođači G_1 i G_2 ulaze u ugovore s potrošačima L_1 i L_2 . Kako se radi o bilateralnim ugovorima, cijene nisu poznate, ali su sudionici dužni operatoru prijaviti količine, jer je operatoru ta informacija potrebna zbog osiguravanja sigurnosti EES-a.

Primjer bilateralnog trgovanja (2)



- Proizvođač G_1 je prodao 300 MW potrošaču L_1
- Proizvođač G_2 je prodao 200 MW potrošaču L_2
- Ako je kapacitet prijenosa **veći ili jednak** od 500 MW "transakcija" se može provesti
- Ako je kapacitet manji od 500 MW tada se transakcija mora "reducirati"

5

Podsjetnik s prijašnjeg predavanja: **koliko prijenosni kapacitet mora imati svaki vod da bi sigurnost u ovom slučaju bila očuvana?** Odgovor: svaki vod mora imati prijenosni kapacitet barem 500 MW. Ako je manji, onda će operator sustava morati intervenirati.

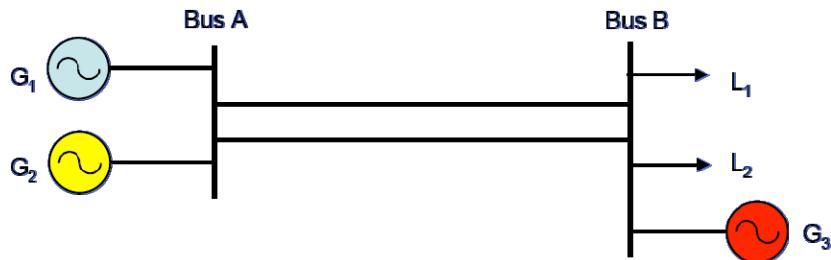
Što reducirati?

- Mogu se rabiti neke administrativne procedure:
 - administrativne procedure obuhvaćaju npr.:
 - čvrste odn. varijabilne transakcije (npr.: bazna energija ili vršna, protočne HE ili akumulacijske, predviđljivi vjetar ili iznenadni i sl.)
 - obaviti transakcije koje su prve registrirane
 - uvažiti neke povijesne spoznaje
 - ne može uvažiti ekonomski koristi jer se ne "poznaju" dionici i njihovi ugovori
 - neka učesnici sami odluče i sl.

Stoga....
- Učesnici trebaju kupiti "**pravo**" za vrijeme ugovaranja trgovine energijom
 - Fizička prava prijenosa (*PhTR Physical Transmission rights*)
 - Potpora stvarnim tokovima snage u pojedinim čvorištima

Dakle, ako proizvođač na sabirnicama A i potrošač na sabirnicama B ne žele da njihova transakcija bude ograničena zagušenjem mreže, oni moraju kupiti prava na korištenje mreže. Ta se prava kupuju na javnim aukcijama, pa sudionici trebaju odlučiti da li su im ti dodatni troškovi opravdani.

Primjer bilateralnog trgovanja (3)



- Proizvođač G_1 je prodao 300 MW potrošaču L_1 po cijeni od 30 €/MWh
- Proizvođač G_2 je prodao 200 MW potrošaču L_2 po cijeni od 32 €/MWh
- Proizvođač G_3 prodaje po cijeni od 35 €/MWh
- L_2 ne želi platiti više od 3 €/MWh za prijenosna prava
- L_1 ne želi platiti više od 5 €/MWh za prijenosna prava

7

Vratimo se sada na naš EES, u kojemu sada znamo cijene i količine, a dodatno G_3 prodaje po cijeni od 35 EUR/MWh. Potrošačima se neće isplatiti plaćati prva na korištenje mreže, ako su ona skuplja od 3 za L_2 odnosno 5 EUR/MWh za L_1 , jer će tada kupiti od G_3 bez plaćanja prijenosnih prava.

Ovakav tip prijenosnih prava naziva se **fizičkim prijenosnim pravima** jer se njima podupire stvarni prijenos električne energije vodovima.

Problemi s fizičkim tokovima

- Paralelni putovi
- Tržišna prava

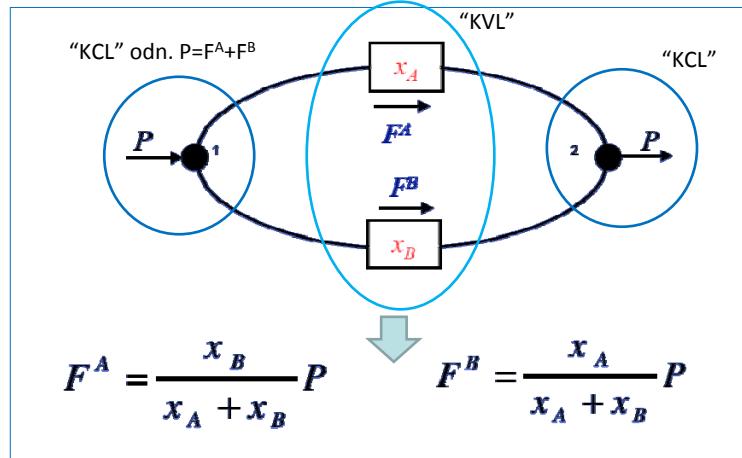
Fizička prijenosna prava kao mehanizam susreću se s dva osnovna problema.

Prvi problem je taj što su tokovi snaga u sustavu određeni fizikalnim zakonima a ne željama sudionika u ugovoru (paralelni putovi).

Drugi problem je taj što fizička prijenosna prava imaju potencijal da "raspire" demonstraciju tržišne snage pojedinih sudionika na tržištu.

U nastavku ćemo razmotriti oba ova problema malo detaljnije.

Paralelni putovi (1)



9

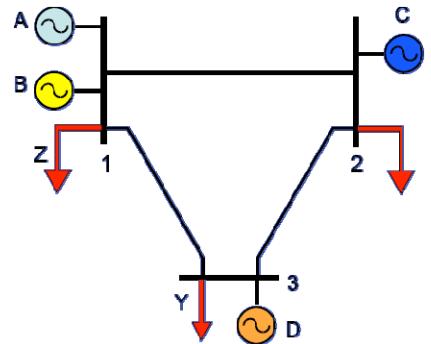
Koja su temeljna dva zakona koja određuju tokove snaga u EES-u? Kirchoffov strujni (KCL) i naponski (KVL) zakon.

KCL: suma svih struja koje ulaze u neko čvorište mora biti jednaka sumi svih struja koje iz tog čvorišta izlaze.

KVL: padovi napona na paralelnim putovima moraju biti jednaki, tj. suma padova napona svim granama neke petlje jednaka je nuli.

To nam je poznato... Uz pretpostavku da je radna komponenta impedancije zanemariva, jednadžbe na slide-u predstavljaju tokove radne snage u paralelnim putovima (granama).

Paralelni putovi (2)

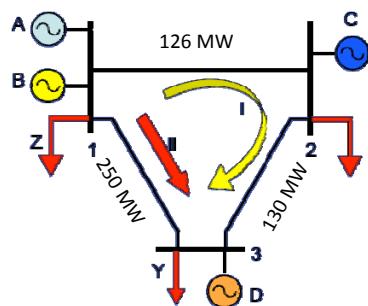


Grana	Reaktancija [p.u.]	Kapacitet [MW]
1-2	0.2	126
1-3	0.2	250
2-3	0.1	130

10

Razmotrimo sustav s tri sabirnice i tri grane. Prepostavimo da B i Y žele sklopiti ugovor za 400 MW.

Paralelni putovi (3)

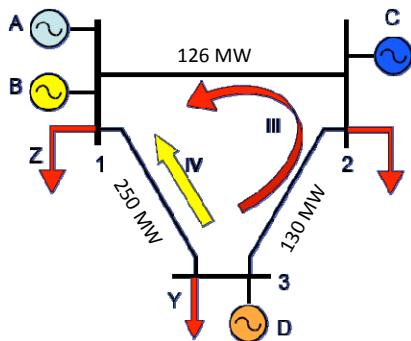


- Ako se želi obaviti transakcija (400 MW) između B i Y tada treba kupiti prava na sve linije
 - $F^I = (0,2/0,2+0,3) * 400 = 160 \text{ MW}$
 - $F^{II} = (0,3/0,2+0,3) * 400 = 240 \text{ MW}$
- **Transakcije nisu izvedive jer je tok F^I veći od 126 MW**

11

Tokovi snaga kroz dva moguća puta dana su jednadžbama na slide-u. No ovo očito nije moguće jer su prijenosne moći vodova manje (126 i 130 MW).

Paralelni putovi (4) – suprotni tokovi



- 200 MW transakcija između D i Z
- $F^{III} = (0,2/0,2+0,3)*200 = 80 \text{ MW}$
- $F^{IV} = (0,3/0,2+0,3)*200 = 120 \text{ MW}$
- $F_{12} = F_{23} = F^I - F^{III} = 160 - 80 = 80 \text{ MW}$
- $F_{13} = F^{II} - F^{IV} = 240 - 120 = 120 \text{ MW}$
- Tokovi su unutar granica i transakcije su izvedive

12

Prepostavimo sada da D i Z žele ući u transakciju od 200 MW. Tokovi snaga bit će F^{III} i F^{IV} .

Sljedeći korak je da analiziramo što će se dogoditi ako se obje transakcije izvrše (dakle i ova i ona s prethodnog slide-a). Superpozicijom dobivamo rezultate F_{12} i F_{13} .

Vidimo da je ugovor između D i Z stvorio suprotni tok snaga za B i Y i tako im omogućio ostvarivanje ugovora.

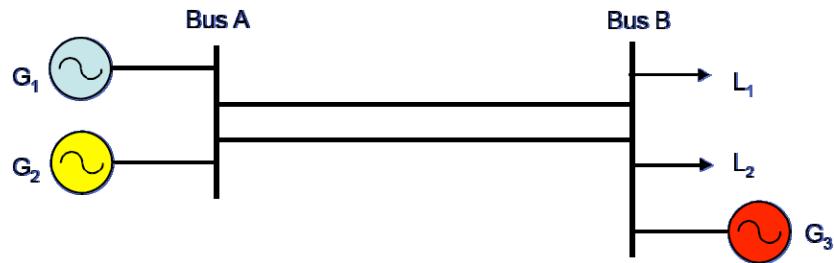
Zaključci o paralelnim putovima

- **Suprotni tokovi** stvaraju dodatne mogućnosti
- Ekonomski djelotvornost traži da se to uzme u obzir
- Decentralizirano tržište:
 - operator samo provjerava ostvarivost
 - učesnici trguju pravima bilateralno
 - teorijski
 - ako ima dovoljno učesnika – tržište će pronaći optimum
 - praktično
 - kompleksnost i količina informacija ne omogućavaju da se u razumno vrijeme (realno vrijeme) pronađe rješenje

Fizička prijenosna prava i tržišna snaga (1)

- Fizička prijenosna prava (PhTR) – daje vlasniku PhTR-a pravo da prenese određenu snagu na određeno mjesto za određeno vrijeme
- Ako je to pravo kao i druga prava, onda ih vlasnik može iskoristiti ili prodati, ali može primijeniti i pravilo *“keep them but not use them”*
 - To bi bila neracionalna odluka u savršeno konkurentskom tržištu
- U uvjetima nesavršene konkurencije, može stvoriti dodatnu poziciju za prevlast na tržištu (npr. G₃ u našem prvom primjeru EES-a s dvije sabirnice može spriječiti konkurenčiju da nastupa u “njegovom čvorištu”)
- Može se primijeniti pravilo *“use them or lose them”*
 - Neiskorištena prijenosna prava se “oslobađaju”; problemu u praksi (prekasne reakcije da bi se drugi sudionici prilagodili)

Fizička prijenosna prava i tržišna snaga (2)



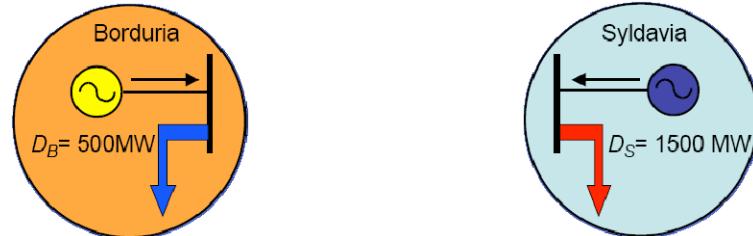
- Proizvođač G₃ jedini na sabirnici B
- Proizvođač G₃ kupuje prijenosna prava od A do B
- Proizvođač G₃ ne koristi i ne preprodaje ta prava
- Proizvođač G₃ zapravo reducira kapacitet od A do B i omogućava si povećanje cijene na B
- Pravo "koristi ili ostavi" ali ga je teško ostvariti u realnom vremenu

Centralizirano ili burzovno trgovanje

- Na centralnom se tržištu susreću ponuda i potražnja
- Nezavisni operator odabire ponudu i potražnju:
 - optimalno temeljem tržišnog ekvilibrija
 - uzima u obzir dodatno i ograničenje u mreži
- Ako nema zagušenja i gubitaka, operator određuje cijenu koja predstavlja tržišni ekvilibrij
- Problem: zagušenja i gubici - cijena ovisi o lokaciji gdje je priključena proizvodnja i potrošnja

Na centraliziranom tržištu operator sustava ima puno veću i značajniju ulogu.

Interkonekcija Bordurie i Syldavije (1)

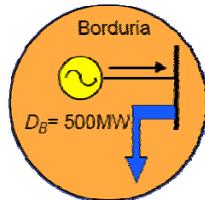


- Obje zemlje imaju idealno tržište električne energije
- Nema zagušenja ili gubitaka unutar tržišta
 - jedinstvena cijena unutar pojedinih tržišta
 - cijena = granični trošak proizvodnje

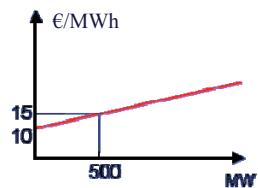
17

Promatramo dvije izmišljene zemlje koje razmišljaju o povezivanju svojih EES-ova. Oba tržišta su vrlo razvijena, a cijena električne energije odražava granični trošak proizvodnje.

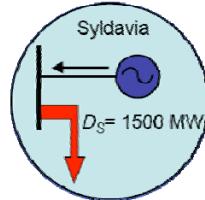
Interkonekcija Bordurie i Syldavije (2)



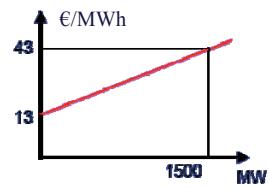
$$\pi_B = MC_B = 10 + 0.01P_B \quad [\text{€/MWh}]$$



$$\pi_B = MC_B = 10 + 0.01 \times 500 = 15 \text{ €/MWh}$$



$$\pi_S = MC_S = 13 + 0.02P_S \quad [\text{€/MWh}]$$



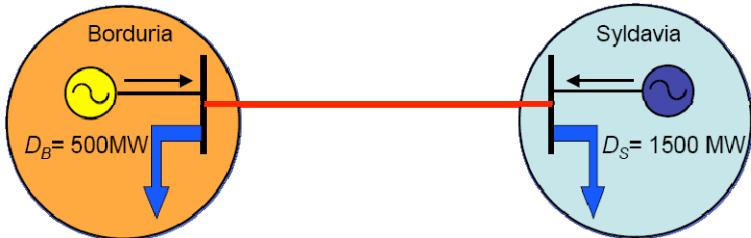
$$\pi_S = MC_S = 13 + 0.02 \times 1500 = 43 \text{ €/MWh}$$

18

Analizom su utvrđene funkcije ponude (opskrbe) za svako tržište, koje su dane jednadžbom i grafom za svaku zemlju. Nadalje, pretpostavljeno je da su potražnje u obje zemlje konstantne i jednake 500 MW i 1500 MW. Prema tome, cijene električne energije na tim dvama tržištima su 15 odnosno 43 EUR.

Još treba istaknuti da ni jedna od ove dvije zemlje nije povezana s nekom drugom zemljom, a imaju jake prijenosne sustave koji vrlo rijeko utječu na tržište.

Interkonekcija Bordurie i Syldavije (3)



- Može li Borduria snabdijevati cijelu potražnju?
- $P_B=2000 \text{ MW}$, $P_S=0 \text{ MW}$ slijedi $MC_B=30\text{€}/\text{MWh}$ i $MC_S=13\text{€}/\text{MWh}$
- Syldavia ima nižu cijenu, situacija nije održiva
- Ne postiže se tržišna ravnoteža (ekvilibrij)

19

Uz dane uvjete interkonekcija se može provesti na najjednostavniji način, dakle jednim vodom kapaciteta 1600 MW. Cijena u Bordiriji je značajno niža nego u Syldaviji, pa se može postaviti pitanje može li B opskrbljivati cjelokupnu potražnju obaju zemalja (ukupno 2000 MW). Za takvu bi situaciju nova cijena bila u Bordirie 30 EUR, a u Syladviji 13 EUR/MWh.

Interkonekcija Bordurie i Syldavije (4)



$$P_B = 2000 \text{ MW}$$

$$P_S = 0 \text{ MW}$$

$$MC_B = 30 \text{ €/MWh}$$

$$MC_S = 13 \text{ €/MWh}$$

- Koji je ekonomski efekt spajanja tržišta? Tko je "dobitnik", a tko "gubitnik"?

20

No, interkonekcija donosi jedinstveno tržište i cijena treba biti ista za cjelokupnu potražnju u obje zemlje.

Interkonekcija Bordurie i Syldavije (5)



$$\pi = \pi_B = \pi_S$$

$$P_B + P_S = D_B + D_S = 500 + 1500 = 2000 \text{ MW}$$

$$\pi_B = MC_B = 10 + 0.01P_S \text{ €/MWh} \quad \pi_S = MC_S = 13 + 0.02P_S \text{ €/MWh}$$

$$\pi = \pi_B = \pi_S = 24.30 \text{ €/MWh}$$

$$P_B = 1433 \text{ MW}$$

$$P_S = 567 \text{ MW}$$

21

To znači da moramo rješiti sustav od četiri jednadžbe navedene na slide-u da dobijemo tržišnu cijenu (ekvilibrij) i potražnju u B i S.

Interkonekcija Bordurie i Syldavije (6)



$$P_B = 1433 \text{ MW}$$

$$P_S = 567 \text{ MW}$$

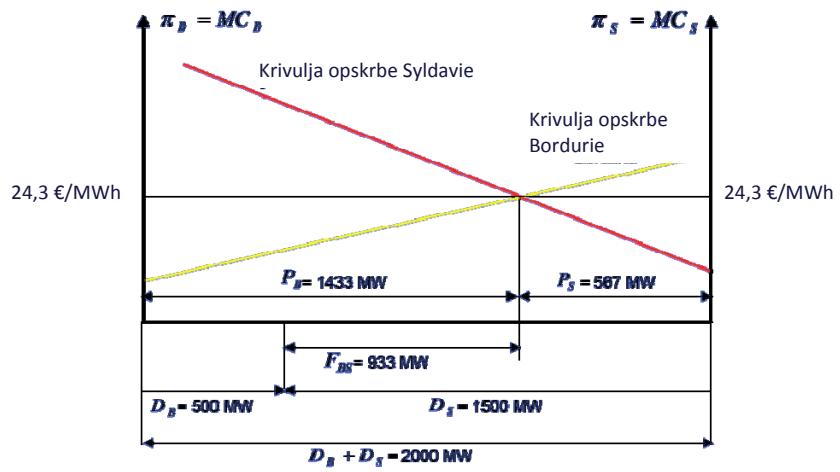


$$F_{BS} = P_B - D_B = D_S - P_S = 933 \text{ MW}$$

22

Tok snage kroz interkonekcijski vod jednak je višku proizvodnje u odnosu na potražnju u B sustavu odnosno deficitu u S sustavu. Ovakav rezultat ima smisla jer je cijena u B u slučaju kada nema interkonekcije bila niža od cijene u S.

Interkonekcija Bordurie i Sjeldavije (7)



23

Rezultat ovog jednostavnog primjera dan je i na slici. Radna točka jedinstvenog sustava nalazi se u presjecištu krivulja ponude.

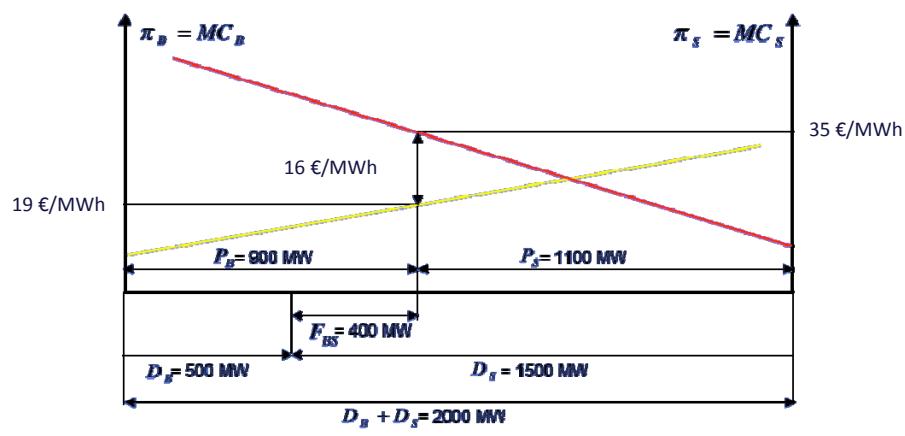
Interkonekcija Bordurie i Sjeldavije (8)

Što ako je interkonekcija ograničena na 400 MW?

- $P_B = 500 \text{ MW} + 400 \text{ MW} = 900 \text{ MW}$
- $P_S = 1500 \text{ MW} - 400 \text{ MW} = 1.100 \text{ MW}$
- $MC_B = 10 + 0,01 * 900 = 19 \text{ €/MWh}$ i
- $MC_S = 13 + 0,02 * 1,100 = 35 \text{ €/MWh}$
- Između dva područja imamo dvije različite cijene
- Dakle, u ovisnosti o ograničenjima, imamo lokalne marginalne cijene ili **čvorišne cijene** (*nodal pricing*)

Pogledajmo sada što se događa ako je interkonekcija ograničena na 400 MW? Tada proizvodnja u B treba biti ograničena na 900 MW, a proizvodnja u S na 1100 MW. Iz tih podataka izračunavamo granične troškove proizvodnje u B i S.

Interkonekcija Bordurie i Sjeldavije (9)



25

Slika ilustrira novonastalu situaciju. Kažemo da je došlo do **zagušenja** sustava. Granični troškovi u svakoj zemlji su drugačiji i imamo situaciju kao da imamo 2 tržišta a ne jedno. Zbog zagušenja, potražnju će trebati zadovoljiti lokalni proizvođači.

Ekonomija u energetici

Zaključno

	Razdvojena tržišta	Jedinstveno tržište	Jedinstveno tržište s ograničenjem
P_B [MW]	500	1,433	900
π_B [€/MWh]	15	24.33	19
R_B [€/h]	7,500	34,865	17,100
E_B [€/h]	7,500	12,165	9,500
P_S [MW]	1500	567	1100
π_S [€/MWh]	43	24.33	35
R_S [€/h]	64,500	13,795	38,500
E_S [€/h]	64,500	36,495	52,500
F_{BS} [MW]	0	933	400
$R_{TOTAL} = R_B + R_S$	72,000	48,660	55,600
$E_{TOTAL} = E_B + E_S$	72,000	48,660	62,000

26

Rezultat analize sažet je u tablici, pri čemu oznake znače slijedeće:

R – prihod od prodaje električne energije

E – plaćanje od strane potrošača za preuzetu električnu energiju

F_{BS} – tok snage u interkonekcijskom vodu

Zaključno – dobitnici i gubitnici

- Dobitnici:
 - Ekonomije obje zemlje
 - Bordurijski proizvođači
 - Syldavijski potrošači
- Gubitnici:
 - Bordurijski potrošači
 - Syldavijski proizvođači
- Zagуšenje (ograničeni kapacitet) reducira ukupno blagostanje (sumarno obje ekonomije)

Višak “zagušenja” (*congestion surplus*)

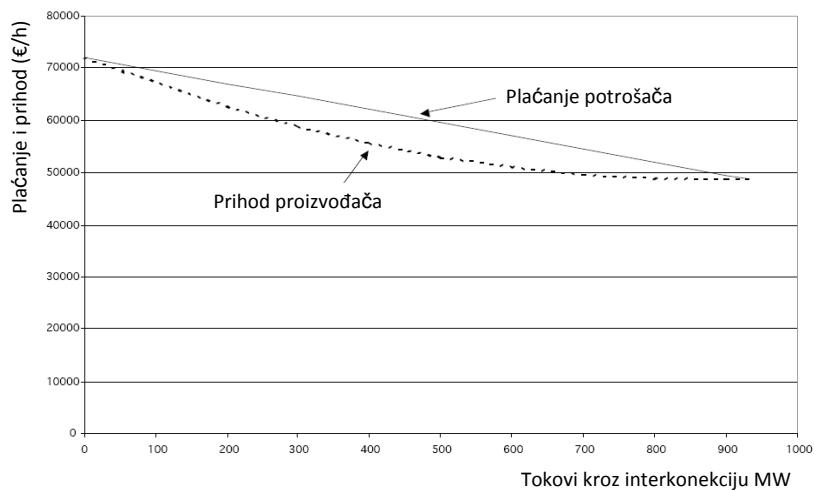
- Ukupan izdatak potrošača:
 - $E_{total} = \pi_B * D_B + \pi_S * D_S$
- Ukupan prihod proizvođača:
 - $R_{total} = \pi_B * P_B + \pi_S * P_S = \pi_B * (D_B + F_{BS}) + \pi_S * (D_S - F_{BS})$
- Višak pri zagušenju odn. trgovinski višak (*merchandising surplus*):
 - $$\begin{aligned} E_{total} - R_{total} &= \pi_B * D_B + \pi_S * D_S - \pi_B * P_B - \pi_S * D_S \\ &= \pi_B * (D_B + P_B) + \pi_S * (D_S - P_S) \\ &= \pi_B * (-F_{BS}) + \pi_S * (F_{BS}) \\ &= (\pi_S - \pi_B) * F_{BS} \end{aligned}$$

28

Zanimljivo je kvantificirati utjecaj zagušenja na proizvođače i potrošače. Računaju se ukupan izdatak potrošača i ukupan prihod proizvođača. Sve to želimo izraziti kao funkciju zagušenja, tj toka snage kroz interkonekcijski vod F_{BS} .

Potom računamo trgovinski višak, koji se u ovom slučaju naziva višak zagušenja, jer ga je zagušenje stvorilo. Konkretno u našem slučaju, ovaj je višak jednak $(35-19)*400 = 6400$ EUR.

Višak “zagušenja” (*congestion surplus*)



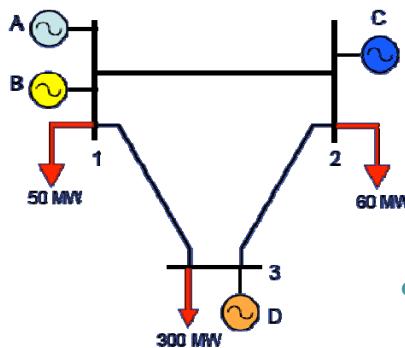
29

Rezultati su prikazani i na slici. Plaćanje potrošača opada kako se povećava tok snage kroz interkonekcijski vod, ali se krivulja ne nastavlja nakon 933 MW jer smo pokazali da veći prijenos nema ekonomskog smisla. Prihod potrošača manji je od plaćanja potrošača osim u slučaju kada nema zagušenja (za 933 MW) ili kada interkonekcijski vod nije u funkciji.

Višak “zagušenja” (*congestion surplus, merchandising surplus*)

- Pri centralnom trgovanju prihod “zagušenja” ubire operator tržišta
- Zašto ga ne zadrži operator tržišta? Zato jer bi mu to dalo iskrivljen poticaj da potiče zagušenje ili da barem ne radi dovoljno na sprečavanju zagušenja
- Ne vraća se izravno mrežnim korisnicima jer bi to otupilo ekonomski poticaj koji nastaje “čvorišnim određivanjem cijena”
 - Zapamtite to, vratit ćemo se tome kada budemo pričali o upravljanju rizicima zagušenja i finansijskim prijenosnim pravima (sljedeći tjedan)!

Centralno trgovanje – tri čvorišta



Grana	Reaktancija (p.u.)	Kapacitet (MW)
1-2	0.2	126
1-3	0.2	250
2-3	0.1	130

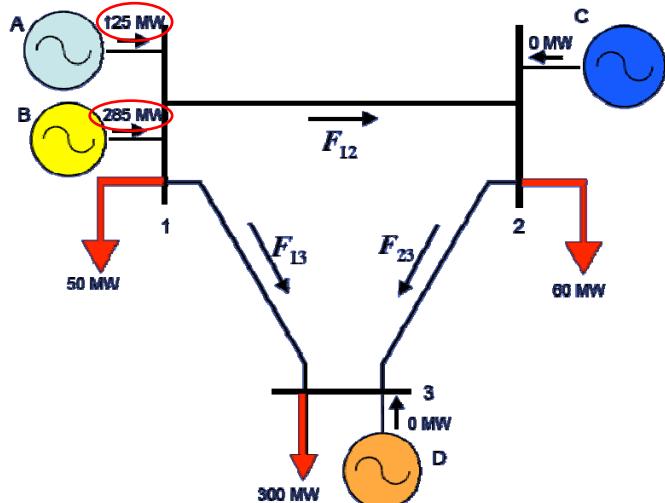
Generator	Kapacitet (MW)	Granični trošak €/MWh
A	140	7.5
B	285	6
C	90	14
D	85	10

32

Idemo sada istražiti učinke fizikalnih zakona na centralizirano trgovanje električnom energijom. Opet razmatramo sustav s tri sabirnice, tj. tri čvorišta. Podaci za pojedine grane i pojedine proizvođače dati su tablicama.

Uočite da kada smo razmatrali bilateralno trgovanje nismo imali informacije o cijenama jer je to privatna stvar potpisnika ugovora. Na centraliziranom tržištu ponuditelji i kupci predaju svoje ponude operatoru sustava, a mi preuzimamo ulogu operatora pa ćemo prepostaviti da znamo cijene. I još, prepostavljamo uvjete savršene konkurenčije, što znači da su cijene jednake graničnim troškovima proizvodnje.

Ekonomsko dispečiranje

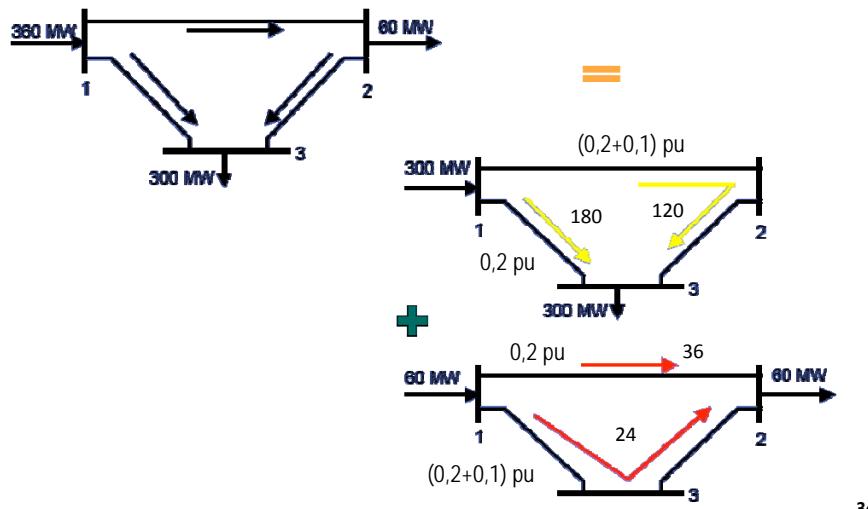


33

Ukoliko zanemarimo ograničenja koja može postaviti mreža, trebamo dispečirati naše elektrane tako da zadovoljimo ukupnu potrošnju od 410 MW. To ćemo napraviti tako da minimiziramo troškove. S obzirom na sva pojednostavljenja koja smo uveli, ovo je jednostavan zadatak – elektrana s najmanjim graničnim troškom proizvodnje će raditi na punom kapacitetu, a potom angažiramo elektrane prema njihovim gr. troškovima dok se ne zadovolji potražnja. Drugim riječima radit će samo elektrane A i B.

No, sada moramo provjeriti da li ovakvo dispečiranje uzrokuje tokove snaga koji mogu biti veći od kapaciteta vodova. Smjer tokova snage pretpostavljamo kao na slici.

Podsjetimo se - superponiranje



34

Podsjetimo se teorema superpozicije. Prvo razmotrimo slučaj 300 MW injektiranih na sabirnici 1 i potrošenih na sabirnici 3. Da bi odredili tok snaga, moramo prvo odrediti reaktancije pojedinih grana, što radimo pomoću podataka iz tablice:

$$x_{1A} = x_{12} + x_{23} = 0,3 \text{ p.u.}$$

$$X_{1B} = x_{13} = 0,2 \text{ p.u.}$$

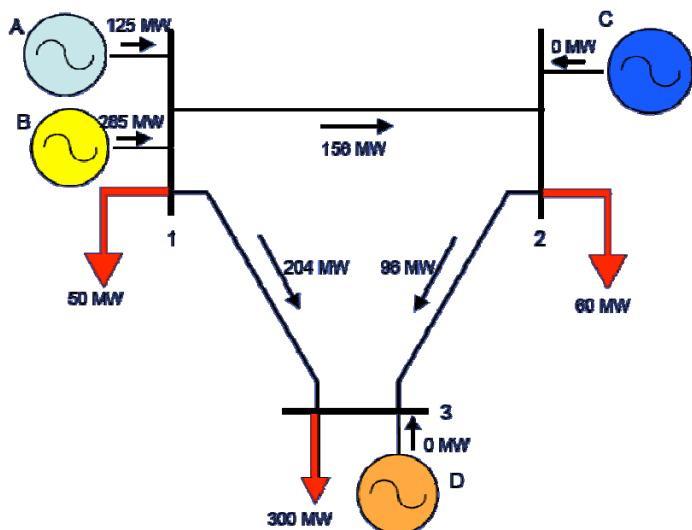
Na temelju toga određujemo raspodjelu tih 300 MW na ove dvije grane:

$$F_{1A} = 0,2 / (0,3 + 0,2) * 300 = 120 \text{ MW}$$

$$F_{1B} = 0,3 / (0,3 + 0,2) * 300 = 180 \text{ MW}$$

Na isti način dolazimo i do rezultata F_{2A} (36 MW) i F_{2B} (24 MW) za 60 MW.

Tokovi s ekonomskim dispečiranjem (1)



35

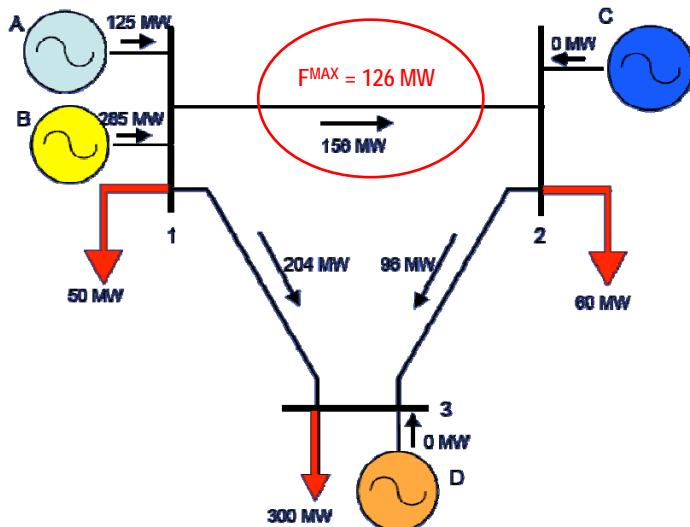
Konačni rezultat dobivamo na sljedeći način:

$$F_{12} = F_1 A + F_2 A = 120 + 36 = 156 \text{ MW}$$

$$F_{13} = F_1 B + F_2 B = 180 + 24 = 204 \text{ MW}$$

$$F_{23} = F_1 A - F_2 B = 120 - 24 = 96 \text{ MW}$$

Tokovi s ekonomskim dispečiranjem (2)

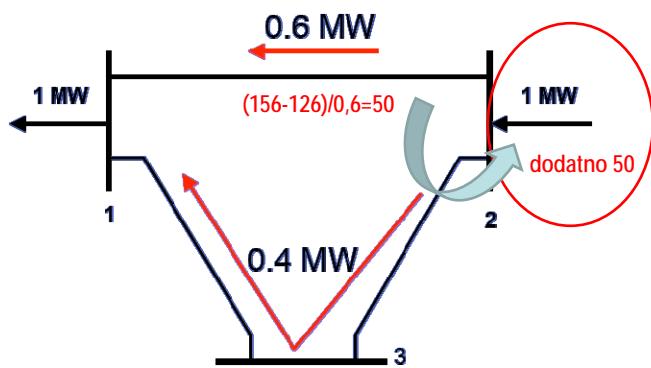


36

Kako su kapaciteti vodova redom jednaki 126, 250 i 130 MW, zaključujemo da je grana 1-2 preopterećena. To naravno nije prihvatljivo.

Dakle, iako smo s ekonomskog aspekta našli optimalno rješenje, to je rješenje neprihvatljivo iz razloga sigurnosti sustava. Moramo izvršiti korekciju ekonomskog dispečeringa! Počinjemo od činjenice da je proizvodnja koncentrirana na sabirnicama 1 te da je možemo smanjivati povećanjem proizvodnje na sabirnicama 2 ili 3.

Korigiranje ekonomskog dispečinga s 2

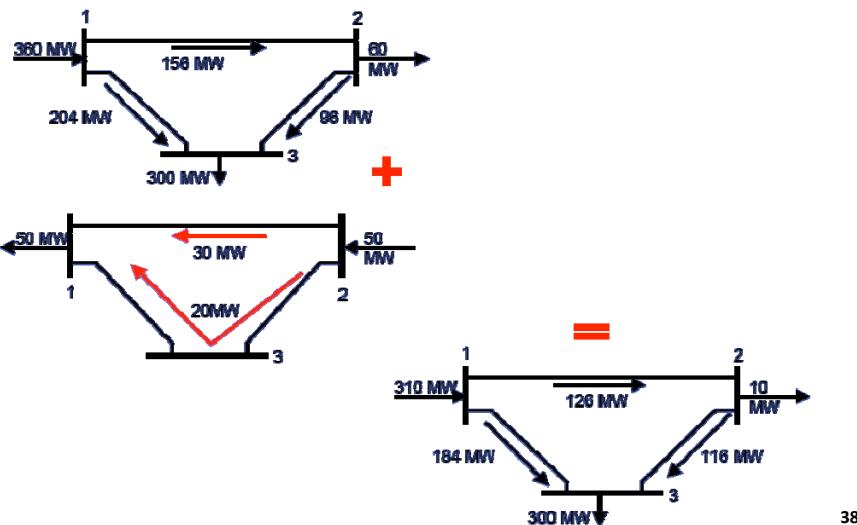


37

Pogledajmo što se događa ako povećamo proizvodnju na sabirnicama 2 za 1 MW. To za sobom povlači da smanjimo proizvodnju na 1 za 1 MW. S obzirom da je tok snage sada suprotnog smjera od toka F12, preopterećeće tog voda će se smanjivati. Opet ćemo se poslužiti superpozicijom da kvantificiramo učinke ove korekcije.

Reaktancije su $x_A = x_{12} = 0,2$ p.u.; $x_B = x_{23} + x_{13} = 0,3$ p.u.; a tokovi snaga u njima 0,6 MW i 0,4 MW. Dakle, svaki MW dodatno proizveden na sabirnicama 2, a ne na 1 smanjuje tok snage u vodu 1-2 za 0,6 MW.

Superpozicija s 60 MW na 2



38

Kako je vod preopterećen za 30 MW, to znači da ukupno 50 MW treba biti proizvedeno na sabirnicama 2, kako je i prikazano slikom. Ali, sada nam se povećao tok snage kroz vod 2-3 (a korz vod 1-3 se smanjio, što nije opasnost po sigurnost sustava). To je povećanje OK, jer vod to može podnijeti (njegov prijenosni kapacitet je 130 MW).

Kako sada dispečiramo elektrane? Generatori na sabirnici 1 trebaju proizvesti 360 MW, od toga 50 MW za zadovoljavanje tereta, a 310 injektiraju u mrežu. Generator na sabirnicama 2 mora u mrežu dati 50 MW. Dodatnih 10 MW se uzima iz mreže za zadovoljavanje tereta od 60 MW na tim sabirnicama. Ekonomski dispečing pod tim uvjetima je:

$$PA=75 \text{ MW}$$

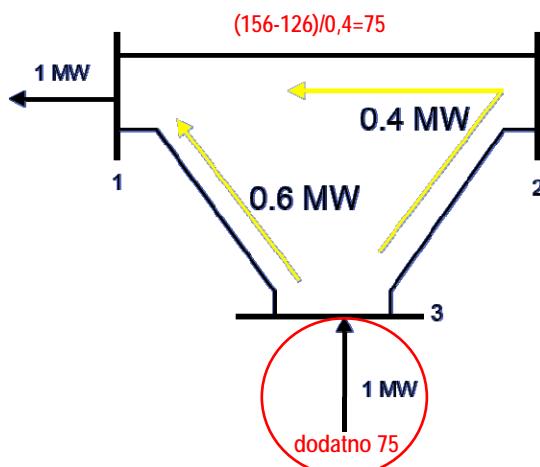
$$PB=285 \text{ MW}$$

$$PC= 50 \text{ MW}$$

$$PD=0 \text{ MW}$$

Uočite da je smanjena proizvodnja generatora A, jer on ima veće granične troškove od generatora B.

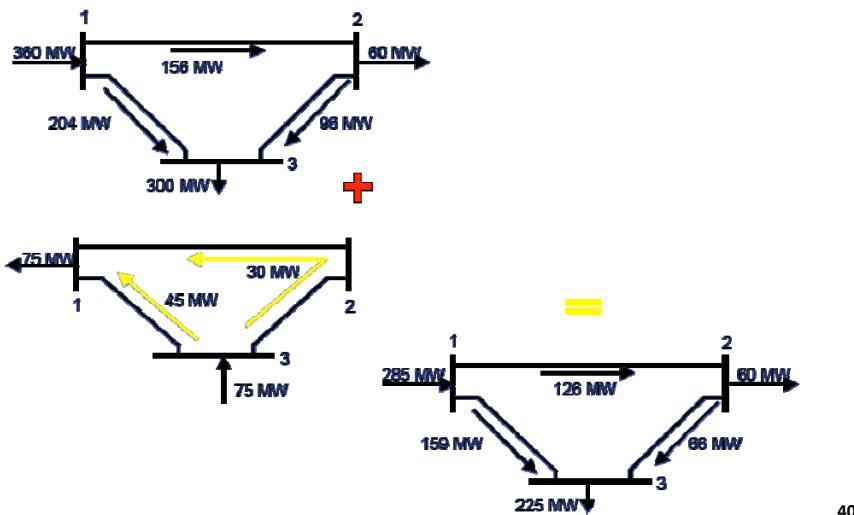
Korigiranje ekonomskog dispečinga s 3



39

Korekciju možemo izvršiti i sa sabirnicom 3. Princip je isti. Opterećenje voda će se smanjiti za 0,4 MW za svaki dodatni 1MW proizveden na sabirnicama 3. Kako opterećenje trebamo smanjiti za 30 MW, to znači da se u 3 treba proizvesti 75 MW.

Superpozicija sa 75 MW na 3



40

Opet primjenom superpozicije dolazimo do rješenja koje pokazuje da ni jedan vod nije preopterećen. Naše ćemo elektrane dispečirati na sljedeći način:

$$PA = 50 \text{ MW}$$

$$PB = 285 \text{ MW}$$

$$PC = 0 \text{ MW}$$

$$PD = 75 \text{ MW}$$

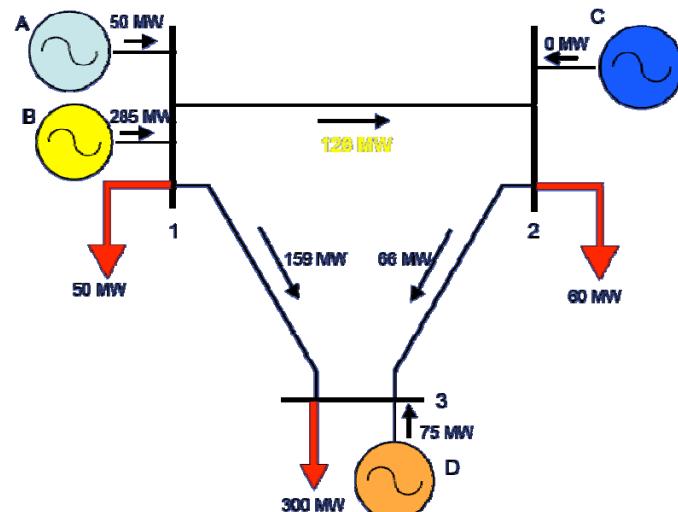
Cijena dispečiranja

- Ekonomsko dispečiranje (tržišni ekvilibrij):
 $(285*6+125*7,5) = 2.647,50 \text{ €/h}$
- Redispečiranje u čvorишtu 2:
 $(285*6+75*7,5+50*14) = 2.972,50 \text{ €/h}$
- Redispečiranje u čvorишtu 3:
 $(285*6+50*7,5+75*10) = 2.835,00 \text{ €/h}$
- Cijena sigurnosti sustava (smanjenje opt. u 1-2):
 $(2.835,00 - 2.647,50) = 187,40 \text{ €/h}$

Pogledajmo sada ekonomske učinke korekcije dispečiranja zbog ograničenja prijenosnih vodova. Rješenje koje preferiramo je redispečiranje u čvoru 3, jer je trošak manji, a to je i očekivano jer je granični trošak proizvodnje generatora D manji nego gr. trošak generatora C.

Cijen sigurnosti dobije se kao razlika cijene ekonomskog dispečiranja i cijene odabranog načina redispečiranja.

Dispečiranje uz uvažavanje sigurnosti



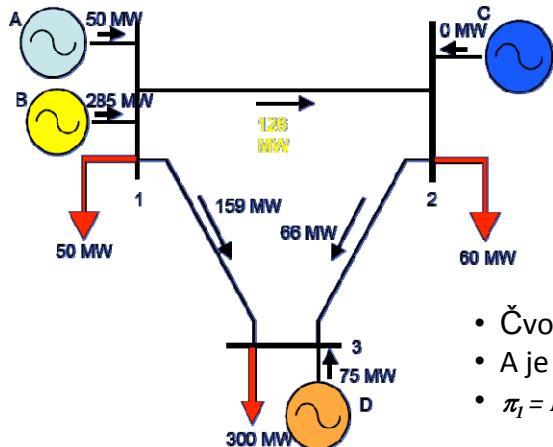
42

Dakle, ovo je naše konačno rješenje!

Čvorišne cijene

- Čvorišna cijena predstavlja cijenu dodatnog najjeftinijeg MW snage u čvorištu bez ugrožavanja sigurnosnih ograničenja
- **Kreće se od sigurnosno ograničenog dispečiranja, a ne od ekonomskog dispečiranja**
- Čvorišna cijena se odnosi na “zahtjev” povećanja snage u čvorištu

Čvorišne cijene



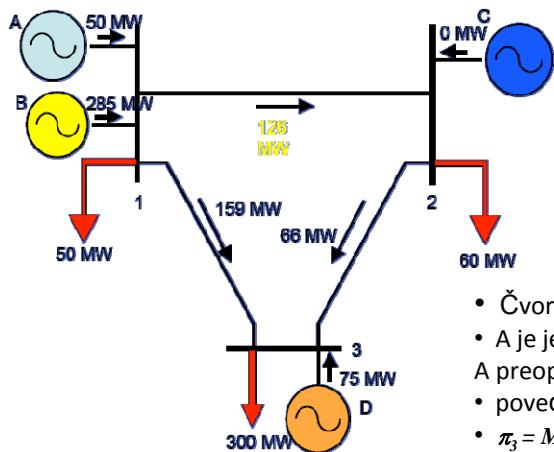
- Čvorište 1
- A je najjeftiniji (B na max.)
- $\pi_I = MC_A = 7,5 \text{ €/MWh}$

44

Dakle, primjena koncepta čvorišnih cijena ne počinje od ekonomskog dispečiranja nego od dispečiranja uz ograničenja, pa nastavljamo naš primjer tamo gdje smo stali – generator D proizvodi 75 MW da bi se rasteretio vod 1-2, tj. da bi bio na granici svoje prijenosne moći.

U čvorištu 1, generator B je najjeftiniji no, on radi na svom maksimalnom kapacitetu. Dakle, moguće je jedino varirati proizvodnju generatora A, pa je cijena u ovom čvorištu jednaka graničnom trošku proizvodnje tog generatora odnosno 7,5 EUR/MWh.

Čvorišne cijene



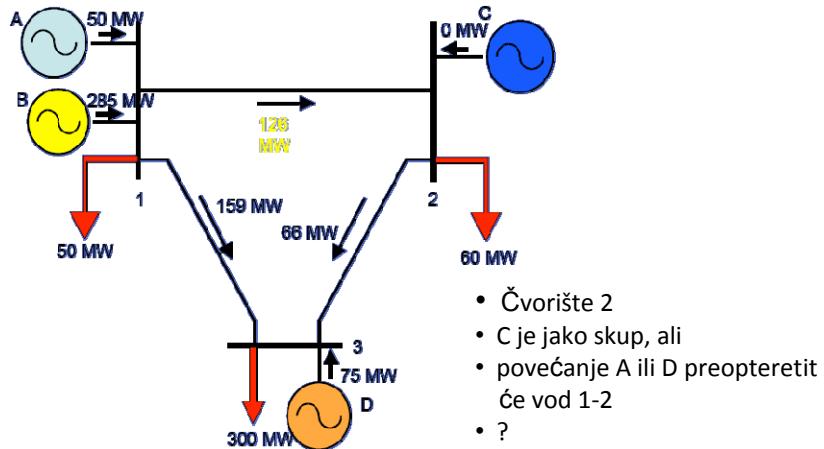
- Čvorište 3
- A je jeftiniji od D, ali povećanje A preopteretit će vod 1-2
- povećanje D za 1 MW
- $\pi_3 = MC_D = 10 \text{ €/MWh}$

45

Sada nas zanima kako najjeftinije osigurati dodatni MW u čvorištu 3. Odgovor bi bio povećanjem proizvodnje u čvorištu 1, ali to bi povećalo opterećenje voda 1-2. Sljedeća najjeftinija opcija je povećanje proizvodnje u čvorištu 3 odnosno generatora D. Kako je teret u ovom čvorištu 300 MW, dodatna proizvodnja iz generatora D neće ići u mrežu.

Cijena u čvorištu 3 je jednaka graničnom trošku proizvodnje generatora D, tj. 10 EUR/MWh.

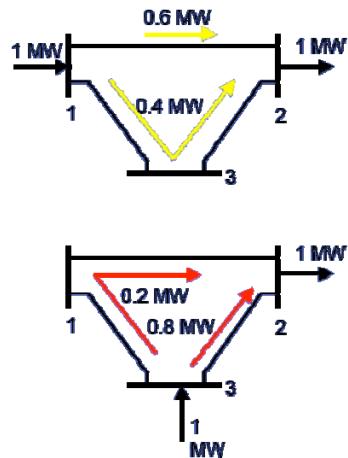
Čvorišne cijene



46

Osiguravanje dodatnog MW u čvorištu 2 je najkompleksnije. Mogli bismo angažirati generator C, ali se ta opcija čini skupom. Moramo analizirati što će se dogoditi ako povećamo proizvodnju u čvorištima 1 ili 3.

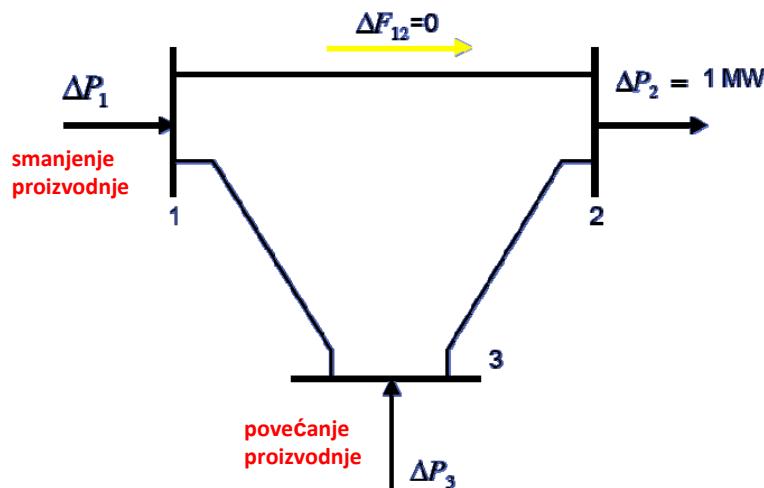
Čvorišna cijena u 2 (1)



47

Dakle, povećavamo proizvodnju u 1 ili u 3 i gledamo tokove snaga – opet koristimo sada već poznati princip superpozicije. Jasno se vidi da u oba slučaja povećavamo tok snage kroz vod 1-2, što nam nije prihvatljivo jer je vod već max. opterećen.

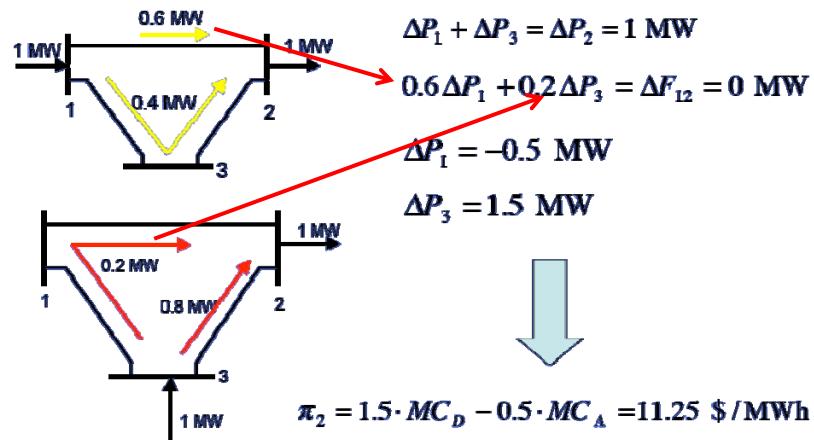
Čvorišna cijena u 2 (2)



48

No, možemo probati povećati proizvodnju u 3, a smanjiti u 1. U čvorištu 3 povećamo proizvodnju za 2 MW, a u čvorištu 1 smanjimo za 1 MW, te smo tako osigurali dodatni MW u čvorištu 2. Opte ćemo koristit princip superpozicije...

Čvorišna cijena u 2 (3)



49

Prva jednadžba je ono što želimo postići – redispečiranjem u čvorištima 1 i 3 želimo osigurati dodatni MW u čvorištu 2. Također ne želimo da nam se poveća tok snage kroz vod 1-2, pa smo to iskazali drugom jednadžbom. Rješavanjem sustava jednadžbi dobivamo rješenja ΔP_1 i ΔP_3 . I konačno, dobivamo granični trošak u čvorištu 2.

Zapamtiti

- Generatori A i D su “granični generatori” jer oni proizvode sljedeći MW u čvorištu gdje su priključeni
- Generatori B i C to nisu
- Sustav bez ograničenja (preopterećenje) ima jedan “granični generator”
- Ako ima m ograničenja tada ima $m+1$ “graničnih generatora”
- Cijena u čvorištu u kojem nema “graničnih generatora” linearna je kombinacija cijena ostalih čvorova

Višak trgovanja (eng. *merchandising surplus*)

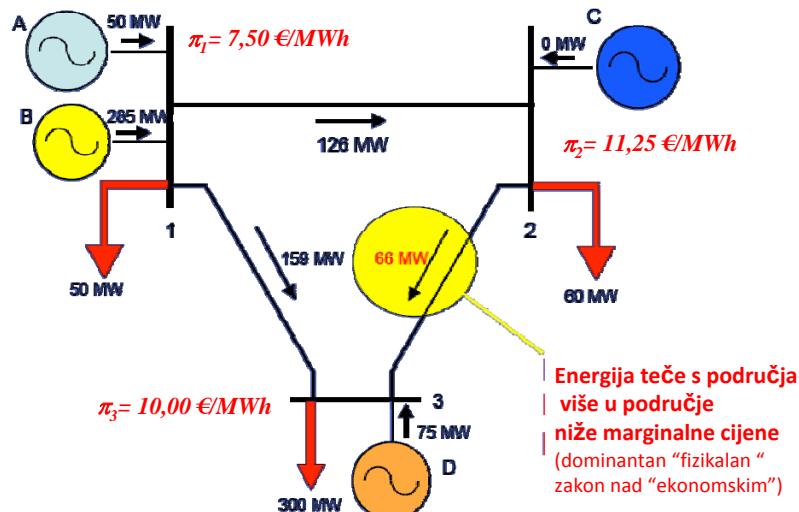
	Čvorište 1	Čvorište	Čvorište	Sustav
Potrošnja (MW)	50	60	300	410
Proizvodnja (MW)	335	0	75	410
Čvorišna marginalna cijena (€/MWh)	7,50	11,25	10,00	-
Trošak potrošača* (€/h)	375,00	675,00	3.000,00	4.050,00
Prihod proizvođača* (€/h)	2.512,50	0,00	750,00	3.262,50
Višak trgovanja				787,5**

* Trguje se po graničnim cijenama u čvorištu

** Višak koji nastupa zbog ograničenja u mreži

Tablica prikazuje sažetak karakteristika našeg razmatranog sustava. Također prikazuje plaćanja potrošača i prihode proizvođača ako se energija kupuje i prodaje po graničnim čvorišnim cijenama. Vidimo da je više novca sakupljeno od kupaca negoli je plaćeno proizvođačima. Ova razlika predstavlja višak trgovanja, koji je uzrokovan zagušenjem u mreži.

Intuitivno protivni tokovi (1)



52

Lokalne razlike u cijenama proizvodnje određenih dobara vrlo su uobičajene. Primjerice, jeftinije je proizvoditi voće i povrće u toplim klimatskim uvjetima, nego u staklenicima u hladnijim uvjetima. A onda će se to voće transportirati iz regija s nižom u regije s višom proizvodnom cijenom. Obratno ne bi imalo nikakvog smisla niti ekonomskog opravdanja. U EES-u se takvi tokovi, možemo reći intuitivno nejasni odnosno protivni, ipak događaju.

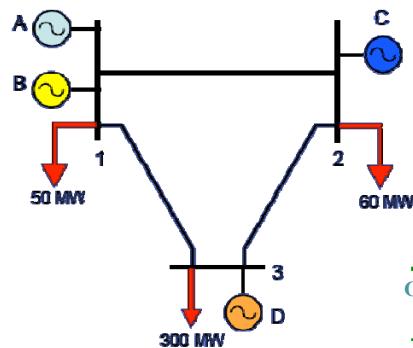
Pogledajmo naš primjer – u grani 2-3 tok snage je od čvorišta s višom cijenom prema čvorištu s nižom cijenom. Ovakva se “nelogičnost” događa jer fizikalni zakoni imaju prednost nad zakonima tržišta!

Intuitivno protivni tokovi (2)

Grana	Tokovi	"od" MCP	"prema MCP"	Višak
1-2	126	7,50	11,25	472,50
1-3	159	7,50	10,00	397,50
2-3	66	11,25	10,00	-82,50
Ukupno				787,50

Situacija je sumarno prikazana tablicom. Uočite da smo došli do istog rezultata kao u ranije provedenom izračunu.

Intuitivno protivni tokovi još (3)



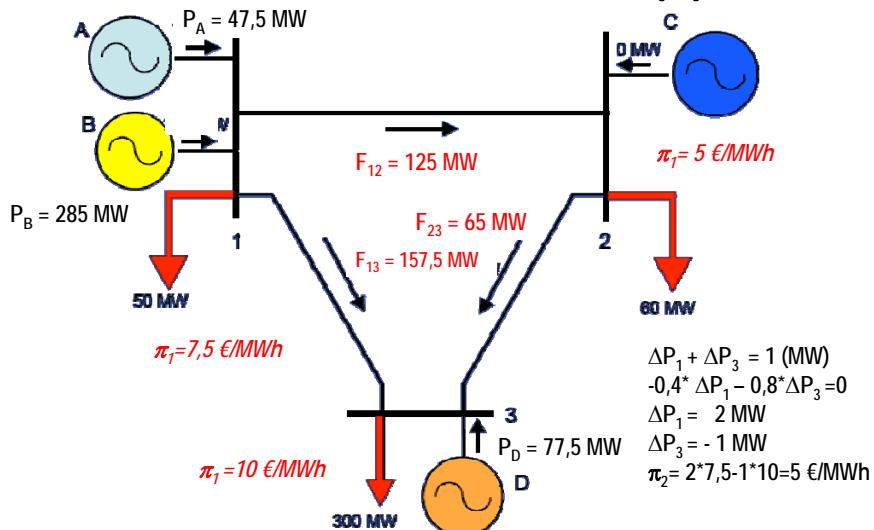
Grana	Reaktancija (p.u.)	Kapacitet (MW)
1-2	0.2	126
1-3	0.2	250
2-3	0.1	65

Generator	Kapacitet (MW)	Granični trošak €/MWh
A	140	7.5
B	285	6
C	90	14
D	85	10

54

Sada idemo pogledati što bi se dogodilo da je prijenosni kapacitet grane 2-3 smanjen na 65 MW.

Intuitivno protivni tokovi Još (4)



55

Uz taj uvjet, dipečiranje ćemo izvršiti na sljedeći način:

$$P_A = 47,5 \text{ MW}$$

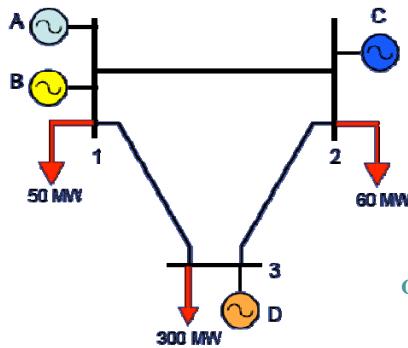
$$P_B = 285 \text{ MW}$$

$$P_C = 0 \text{ MW}$$

$$P_D = 77,5 \text{ MW}$$

a tokovi snaga F_{12} , F_{23} i F_{13} su naznačeni na slici. Granični generatori su u čvorištima 1 i 3 i tu je lako odrediti cijenu. Idemo sada izračunati cijenu u čvorištu 2. Postupak je dan na desnoj strani slide-a i izračunali smo da je cijena 5 EUR/MWh. Dakle, ispada da je cijena u tom čvorištu niža od graničnog troška bilo kojeg od dva granična generatora!

Čvorišne cijene i tržišna snaga (1)



Grana	Reaktancija (p.u.)	Kapacitet (MW)
1-2	0.2	126
1-3	0.2	250
2-3	0.1	65

Generator	Kapacitet (MW)	Marg. trošak €/MWh
A	140	7.5
B	285	6
C	90	3 *(CoGen)
D	85	10

56

Do sada smo uvijek prepostavljali da se radi o savršeno konkurentskom tržištu u kojem je čvorišna cijena jednaka graničnom trošku proizvodnje. To nam je pojednostavilo analizu, ali je takva prepostavka naravno vrlo upitna u praksi.

Razmatrano opet naš primjer s ograničenjem grane 2-3 od 65 MW. I prepostavimo da generator C očajnički želi proizvoditi. Takva je situacija moguća primjerice ako je to elektrana s visokim start-up troškovima ili ako je to kogeneracijska elektrana i mora raditi jer opskrbuje industriju parom. Jasno je da ako želi raditi, operator elektrane C mora svoju ponudu postaviti ispod čvorišne cijene od 5 EUR/MWh. Prepostavimo da je ponuda stavljena na 3 EUR/MWh. Ukoliko drugi generatori nude po svom graničnom trošku, ekonomsko dispečiranje daje sljedeći rezultat:

$$PA=35 \text{ MW}$$

$$PB=285 \text{ MW}$$

$$PC= 90 \text{ MW}$$

$$PD=0 \text{ MW}$$

No, ekonomsko dispečiranje moramo korigirati zbog ograničenja grane 2-3 (primjenjujemo opet superpoziciju - pokušajte sami!!!) i dobivamo sljedeći rezultat:

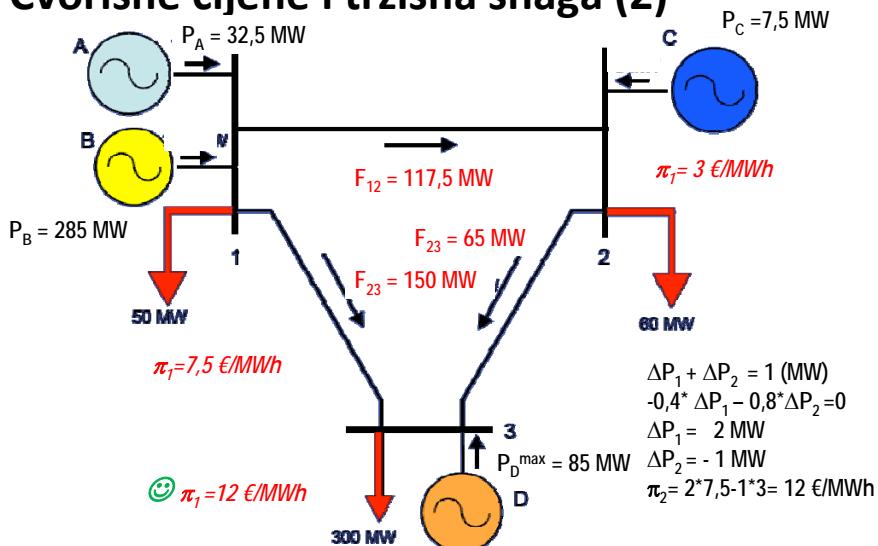
$$PA=32,5 \text{ MW}$$

$$PB=285 \text{ MW}$$

$$PC= 7,5 \text{ MW}$$

$$PD=85 \text{ MW}$$

Čvorišne cijene i tržišna snaga (2)

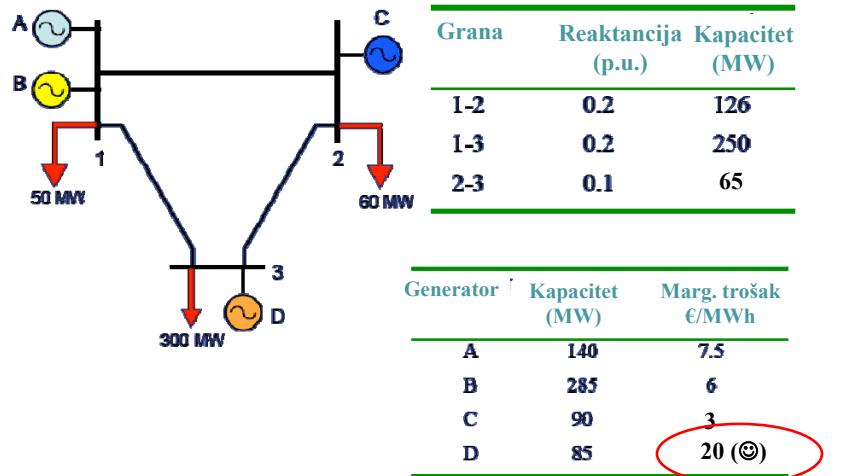


57

Sad su generatori A i C granični, a generator D radi na max. kapacitetu pa on ne postavlja cijenu u čvorištu 3. Opet postavljamo jednadžbe, te dobivamo graničnu cijenu u čvorištu 3 od 12 EUR/MWh.

Što se dogodilo? Generator C je iša s vrlo niskom ponudom i suprotno tržišnoj logici uzrokovao je porast cijene u čvorištu 3 s 10 na 12 EUR/MWh i porast proizvodnje generatora D sa 77,5 na 85 MW. Opet intuitivno protivno... ☺

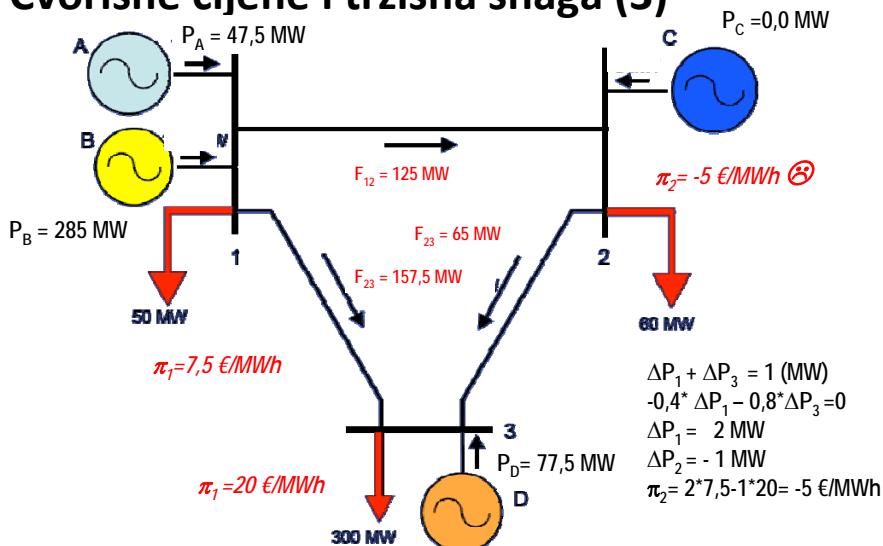
Čvorišne cijene i tržišna snaga (1)



58

A sad bi generator D mogao poželjeti dići svoju cijenu na 20 EUR/MWh. Pogledajmo što će se dogoditi.

Čvorišne cijene i tržišna snaga (3)



59

Dispečiranje i čvorišne cijene dane su na slici. Granični generatori su u čvorištima 1 i 3, a ako želimo osigurati dodatni 1 MW na sabirnicama 2, morali bismo povećati proizvodnju u 1 za 2 MW i smanjiti za 1 MW u čvoru 3, pa ispada da je cijena u čvorištu 2 negativna (vidi jednadžbe na slide-u). To znači da bi se potrošaču plaćalo da troši energiju, tj. generator C bi morao plaćati privilegiju proizvodnje električne energije! S druge strane, generataor D smanjuje svoju proizvodnju, ali povećava profit (Profit = $77,5 * 20 - 85 * 10 = 700$), što znači da on ima tržišnu moć, koju muje upravo omogućilo ograničenje voda 2-3. I dodatno, uzimajući u obzir opterećenje sustava, proizvodnja generatora D se ne može spustiti ispod 77,5 MW bez narušavanja prijenosnog ograničenja. I bez obzira koju cijenu D postavi, njegova proizvodnja neće pasti ispod 77,5 MW, što znači da taj generator tj. proizvođač uživa lokacijski monopol!

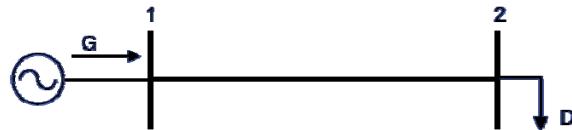
“Intuitivno protivni” tokovi nast.

- Cijene u čvorištima koji nemaju “granični generator” mogu biti više ili niže od cijena u ostalim čvorištima
- Čvorišne cijene mogu biti i negativne
- Predviđanje čvorišnih cijena zahtjeva računanje
- Ukoliko se “granični generatori” postavljaju strateški njima se može kontrolirati cijene
- Mrežna zagušenja omogućuju proizvođačima dodatnu tržišnu snagu

Metode za proračun čvorišnih cijena

- Optimizacijski problem
 - Cilj: **maksimum blagostanja** (minimalni trošak ako potrošnja nema elastičnosti)
 - Ograničenja: **jednadžbe tokova snage (zagruženja)**
 - Lagrangeov množnik: **daje čvorišne cijene**
 - Uobičajeno se elektroenergetski sustav uzima: **kao istosmjeri**
- Optimizacija se provodi *ex-post* (nakon) temeljeći se na trenutnom stanju sustava (dakle poznati podaci u sadašnjem vremenu)

Efekt gubitaka na cijenu



$$L^{\text{variable}} = I^2 R \approx \left(\frac{S}{V} \right)^2 R = \frac{P^2 + Q^2}{V^2} \cdot R \approx \frac{R}{V^2} \cdot P^2 = K \cdot P^2$$

$$G(D) = D + L = D + K \cdot D^2$$

$$\Delta G = G(D + \Delta D) - G(D) = \Delta D + 2\Delta D \cdot D \cdot K = (1 + 2D \cdot K)\Delta D$$

$$\Delta C = c (1 + 2D \cdot K) \Delta D$$

$$\frac{\Delta C}{\Delta D} = c (1 + 2D \cdot K) \quad \rightarrow \quad \begin{cases} \pi_1 = c \\ \pi_2 = \pi_1 (1 + 2D \cdot K) \end{cases}$$

62

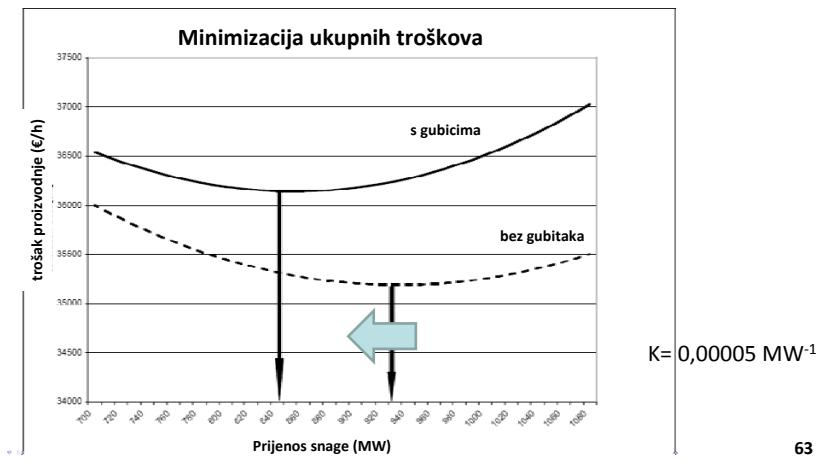
Prijenos električne energije neizostavno rezultira gubicima. Proizvođači očekuju da budu plaćeni za svu energiju koju proizvedu, uključujući i gubitke u prijenosi, pa je potrebno iznaći mehanizme kojima se troškovi gubitaka uzimaju u obzir na tržištu. Gubici su proporcionalni otporu grane R i kvadratu struje koja kroz granu prolazi. Možemo ih izraziti i preko prividne snage S , odnosno preko P i Q . Ovo su varijabilni gubici jer ovise o opterećenju. Postoje još i gubici zbog histereze i vrtložnih struja, koji su fiksni gubici (uz pretpostavku konst. napona).

Navedenim formulama proračunavamo cijene energije na sabirnicama 1 i 2. Iznos kojeg su kupci platili na sabirnicama 2 je veći od iznosa kojeg su proizvođači na sabirnicama 1 primili upravo zbog gubitaka.

Gubici između Bordurie i Syldavie

$$P_S = D_S - F_{BS}$$

$$P_B = D_B + F_{BS} + K \cdot F_{BS}^2$$



Vratimo se sad na interkonekciju Borduirie i Sildavie da razmotrimo učinke gubitaka na dispečiranje. Pretpostavit ćemo da nema zagušenja. Iz slike vidimo da gubitci povećavaju ukupne troškove proizvodnje.

Kombinacija gubitaka i zagušenja

- Gubici nastaju bez obzira ima li ili nema zagušenja i utječu na granične troškove!
- **Primjer:** neka je ograničenje između Bordurie i Syldavie 600 MW. Gen u Syldavii proizvodi $1500-600=900$ MW, a Borduria 1100 MW. Granične cijene su:

$$\pi_S = MC_S = 13 + 0,02P_S = \quad 31,00 \text{ €/MWh} \text{ dok je}$$

$$\pi_B = MC_B = 10 + 0,01P_B = \quad 21,00 \text{ €/MWh}$$

$$P_B' = D_B + F_{BS} + K * F_{BS}^2 = 500 + 600 + 18 = 1118 \text{ MW}$$

$$\pi_B' = MC_B = 10 + 0,01P_B = \quad 21,18 \text{ €/MWh}$$

- Razlika u cijeni iznosi 10 (bez gubitaka) odnosno 9,82 (s gubicima) €/MWh

Matematička formulacija čvorišnih cijena (1)

- Mreža s jednim čvorištem:

- Ekonomsko blagostanje jednako je benefitu $B(D)$ koji ima potrošač umanjen za cijenu proizvodnje $C(P)$, dakle cilj je:

max (B(D)-C(P)) s time da je $P-D=0$

odn. Lagrangeova funkcija (π - Lagrangeov multiplikator)

$$I(D, P, \pi) = D(P) - C(P) + \pi(P - D) \quad | \partial I / \partial$$

dobivamo

$$dB/dD = dC/dP = \pi$$

- Granični benefit koji se dobiva iz kupovine za potrošača je jednak cijeni koju je on platio, dok za proizvođača to znači da proizvodi u točki koja je jednaka njegovom graničnom trošku

Matematička formulacija čvorišnih cijena (2)

- Za nastavak utvrđivanja cijena pročitajte poglavlje 6.3.4. (Kirschen, Štrbac) u kojem se razmatraju osim mreža s jednim čvorištem i:
 - Mreže s neizmjernim kapacitetom i gubicima
 - Mreže s konačnim kapacitetom i gubicima
 - Mreže s konačnim kapacitetom i DC tokovima snaga



Za pročitati - obvezno

- Daniel S. Kirschen, Goran Strbac, **FUNDAMENTALS OF POWER SYSTEM ECONOMICS**, John Wiley & Sons Ltd, London 2005
poglavlje 6.



HVALA NA POZORNOSTI

Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

FINANCIJSKI ASPEKT PRIJENOSA EE



Upravljanje rizikom

- Zagušenje i gubici utječu na čvorišne cijene
- Dodatne neodređenosti i dodatni rizici
- Tržišni sudionici traže put za izbjegavanje rizika
- Javlja se potreba za finansijskim instrumentima koji upravljaju rizikom čvorišne cijene

2

Proizvođači i potrošači ne žele uvijek i stalno kupovati na spot tržištu jer ih to izlaže riziku fluktuirajućih cijena. Prisjetite se predavanja o upravljanju rizicima i ugovorima koji se sklapaju da bi se taj rizik smanjio, npr. ugovor za razlike. U prethodnom predavanju smo vidjeli kako zahtjevi za sigurnost EES-a utječu na mogućnost prijenosa snage i trgovanje. U ovom ćemo dijelu predavanja vidjeti kako ti zahtjevi i zagušenja mreže utječu na isplativost ugovora i koje je nove finansijske mehanizme potrebno iznaći da bi se rizici smanjili. Fokus će biti na zagušenju, a ne na gubitcima jer su ograničenja zbog gubitaka u mreži u pravilu manja i lakše predvidiva.

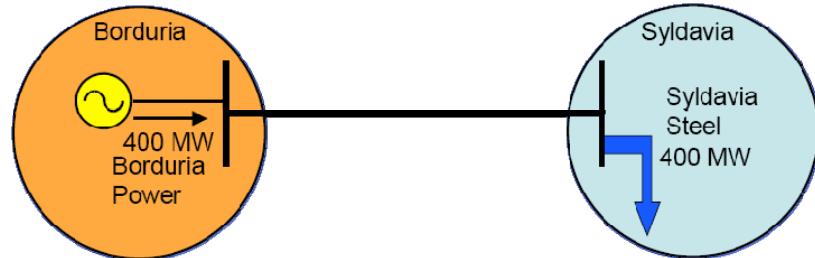


Ugovor za razlike

- Centralizirano tržište
 - proizvođač mora prodati po njegovoj čvorišnoj cijeni
 - potrošač mora kupiti po njegovoj čvorišnoj cijeni
- Proizvođaču i potrošaču je dozvoljeno pokriti rizik bilateralnim ugovorom
 - Ugovor za razlike
- *Podsjetimo se...*



Primjer Ugovora za razlike

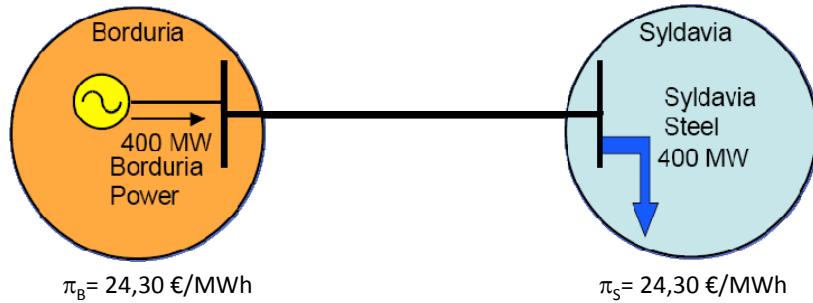


- Ugovor između Borduria Power i Syldavia Steel
 - Količina: 400 MW
 - izvršna cijena: 30 €/MWh
- Ostali sudionici također trguju preko interkonekcije

4

Pogledajmo primjer naše dvije zamišljene zemlje. One su sklopile jednostavan ugovor za 400 MW po 30 EUR/MWh. Za početak ćemo pretpostaviti da nema zagušenja te da postoji jedna granična cijena u čvoru B po kojoj B proizvodi i prodaje, tj. jedna granična cijena po kojoj S kupuje. Kako smo rekli da nema zagušenja, te su dvije cijene, naravno, iste.

Nema zagušenja pa je cijena jedinstvena

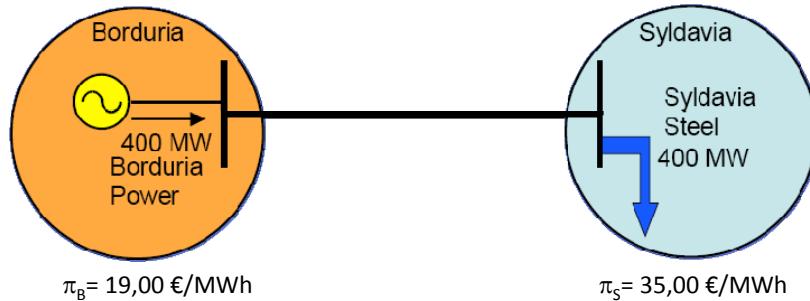


- Borduria Power prodaje 400 po 24,30 i dobiva 9.720,00 €
- Syldavia Steel kupuje 400 po 24,30 i plaća 9.720,00 €
- Syldavia Steel plaća $400 * (30 - 24,30) = 2.290,00 \text{ €}$ dodatno Borduria Power-u
- Syldavia Steel zapravo plaća 12.000,00 €, a Borduria Power ima neto primitak od 12.000 € (dakle trguju po 30 €/MWh)

5

Neka je cijena na spot tržištu 24,30 EUR/MWh. Ugovor za razlike se podmiruje na način dan na slide-u.

Ima zagušenja pa je cijena različita



$$\pi_B = 19,00 \text{ €/MWh}$$

$$\pi_S = 35,00 \text{ €/MWh}$$

- Borduria Power prodaje 400 po 19,00 i dobiva 7.600,00 €
- Syldavia Steel kupuje 400 po 35,00 i plaća 14.000,00 €
- Borduria Power očekuje $400 * (30 - 19) = 4.400,00 \text{ €}$ od Syldavia Steel
- Syldavia Steel očekuje $400 * (35 - 30) = 2.000,00 \text{ €}$ od Borduria Power
- Nedostaje **6.400,00 €**, pa je ugovor "pao" zbog čvorišne cijene

6

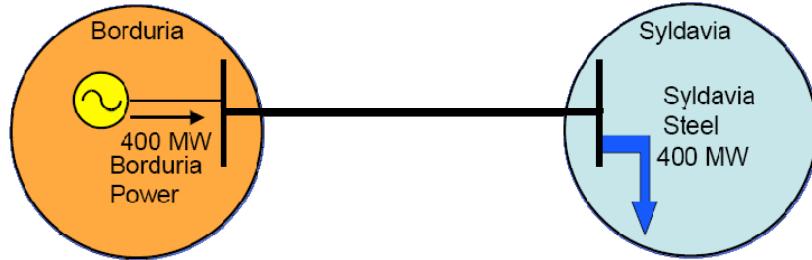
Pogledajmo sada što će se dogoditi ukoliko je prijenosna moć voda ograničena na 400 MW. U prethodnom smo predavanju odredili da je čvorišna cijena za B u tom slučaju jednaka 19, a da za S raste na 35 EUR/MWh. Ugovor za razlike se sada izvršava na način prikazan na slide-u.

Možemo zaključiti da ovako postavljen ugovor za razlike, koji se odnosi samo na energiju ne radi ako u sustavu postoji zagušenje. Ugovor bi, osim količine i cijene energije, morao još sadržavati i stavke koje se tiču sposobnosti EES-a da isporuči tu energiju.

Financijska prava prijenosa (FTR)

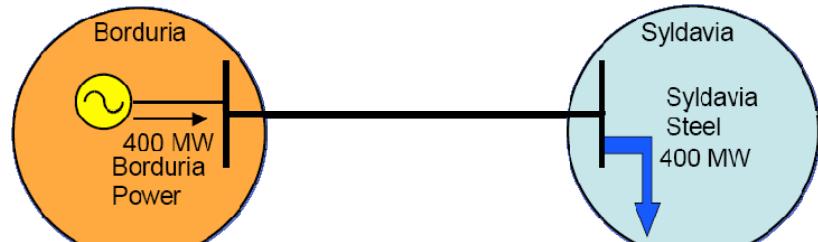
- Primijetimo:
 - Iznos koji nedostaje u Ugovoru za razlike jednak je višku zagušenja
 - Višak zagušenja prikuplja operator sustava
- Koncept:
 - Operator sustava prodaje financijska prava prijenosa (*Financial Transmission Rights – FTR*) prema korisnicima
 - FTR ugovor za F MW između Borduria Power i Syldavia Steel daje pravo vlasniku da primi $F^*(\pi_S - \pi_B)$
 - Nositelj FTR je tada neosjetljiv na zagušenja i na to gdje prodaje energiju
 - Operator sustava prikuplja točno onoliko novaca koliko je potrebno za plaćanje nositeljima FTR-a

Primjer FTR-a (1)



- Ugovor između Borduria Power i Syldavia Steel
 - Količina: 400 MW, s prodajom u Syldavii
 - izvršna cijena: 30 €/MWh
- Borduria Power kupuje FTR od Operatora sustava za živičarenje lokacijskog rizika

Primjer FTR-a (2)



$$\pi_B = 19,00 \text{ €/MWh}$$

$$\pi_S = 35,00 \text{ €/MWh}$$

- Borduria Power prodaje 400 po 19,00 i dobiva 7.600,00 €
- Syldavia Steel kupuje 400 po 35,00 i plaća 14.000,00 €
- Operator sustava prikupi $400 * (35 - 19) = 6.400 \text{ €/MWh}$ na ime zagušenja
- Borduria Power dobiva $400 * (35 - 19) = 6.400,00 \text{ €}$ od Operatora sustava i plaća $400 * (35 - 30) = 2.000 \text{ €}$ Syldavia Power
- Syldavia Steel ima trošak 12.000 € i Borduria Power ima primitak 12.000 €

9

FTR nastavak (1)

- FTR osigurava izvrstan alat za živičarenje (eng. *hedging*) rizika čvorišnih cijena
- Aukcija za prijenosna prava
 - Operator sustava ne može prodati više prava nego što fizički raspolaže
 - Prava se mogu prodavati na aukciji (tko da više)
 - Na taj način Operator sustava zaštićuje investiciju u mrežu
- Korisnici FTR-a moraju sami određivati (procjenjivati) cijenu prava kada je kupuju na aukciji (vodeći računa da je "zarada" samo na razlici u cijeni između točke A i B)

Živičarenje ili eng. ***hedging***: je poslovno-financijska strategija izbjegavanja ili umanjenja nastupa rizika, tj. gubitka, kod jedne operacije, poduzimanjem druge operacije. Operacije hedginga samo su dio politike upravljanja vlastitom imovinom (portfolio management).

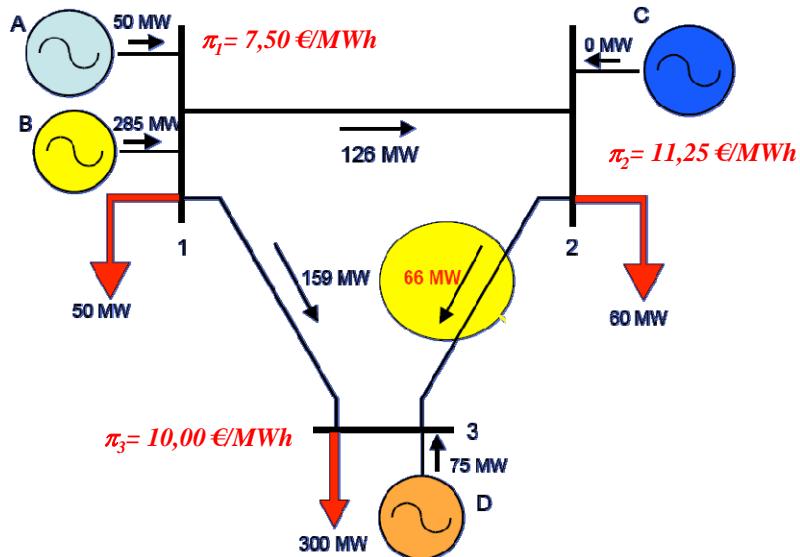


FTR nastavak (2)

- FTR se definira za točka - točka (*point-to-point*)
- Nije uvjet da postoji izravna veza između točaka za koji se definira FTR
- Problemi:
 - Moguće je puno putova *point-to-point* za FTR
 - Poteškoće da bi se odredila sva moguća prava
 - Poteškoće za uspostavu tržišta za *point-to-point* FTR

Naš primjer ne ilustrira u potpunosti princip FTR-a. Naime, FTR se definira između bilo koje dvije točke (čvorišta), koje ne moraju nužno biti izravno povezane. To je povoljno za sudionike jer ih na neki način "odvaja" od fizikalnih tokova snage, tj. njih jedino zanima čvorište gdje će biti snaga injektirana i čvorište gdje će se ona preuzeti, a sve ono između ih "ne zanima".

Primjer FTR za 3 čvora (1)



12

Pogledajmo kako to funkcioniра на primjeru našeg sustava s tri sabirnice. Slika prikazuje ekonomski rad sustava uz sigurnosna ograničenja (pogledajte prošlo predavanje). Pretpostavimo da sada potrošač u čvorištu 3 ulazi u ugovor za razlike s proizvođačem u 1 i to na način prikazan na sljedećem slide-u...

Primjer FTR za 3 čvora (2)

- Potrošač u čvorištu 3 sklapa CfD s proizvođačem u 1 za 100 MW uz cijenu 8 €/MWh
- Iz razloga živičarenja rizika potrošač sklapa s Operatorom 100 MW FTR-a za vod 1-3
- Izvršenje CfD:
 - Potrošač plaća Operatoru $100 \cdot 10 = 1000$ € za dostavljanje 100 MW u Č 3
 - Proizvođač dobiva $100 \cdot 7,5 = 750$ € za proizvodnju u Č 1
 - Potrošač plaća dodatno $100 \cdot (8,00 - 7,50) = 50$ € kao CfD proizvođaču
 - Potrošač dobiva natrag od Operatora $100 \cdot (10,00 - 7,50) = 250$ € kao svoj prihod na račun FTR-a
 - **Potrošač zapravo plaća $1000 - 250 + 50 = 800$ €** što je isto kao $100 \cdot 8,00$

Ovdje treba naglasiti sljedeće: novac kojeg treba operator platiti vlasniku FTR-a dolazi od viška trgovanja (*merchandising surplus – manje novca je plaćeno proizvođačima nego li je sakupljeno od potrošača!*) koji nastaje kao rezultat zagušenja (pogledajte prošlo predavanje!).

Ekonomija u energetici

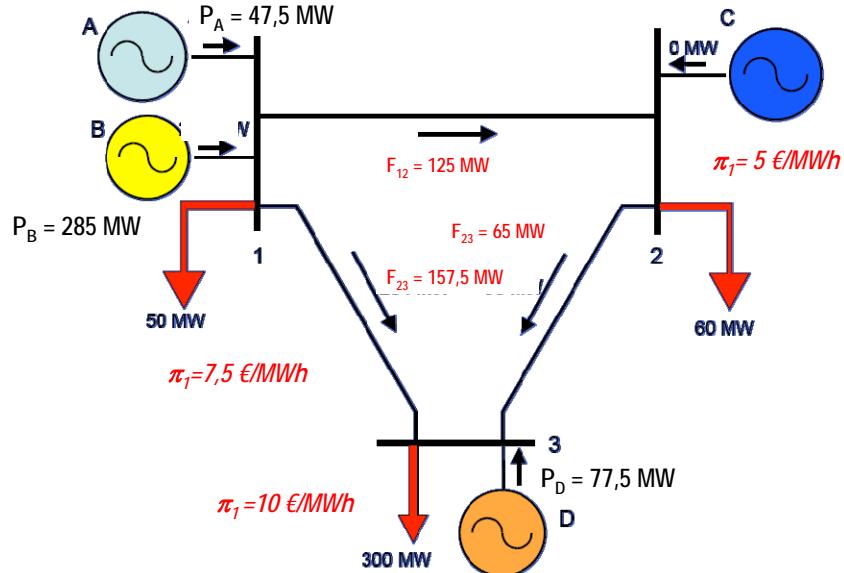
Primjer FTR za 3 čvora (3)

Kombinacija	FTR		Iznos (MW)	Izvršenje (Settlement)		Prihod €	Ukupno €
	Od	Do		Od cijena €/MWh	Do cijena €/MWh		
A	1	3	225,00	7,50	10,00	562,50	
	1	2	60,00	7,50	11,25	225,00	787,50
B	1	3	285,00	7,50	10,00	712,50	
	3	2	60,00	10,00	11,25	75,00	787,50
C	1	3	275,00	7,50	10,00	687,50	
	1	2	10,00	7,50	11,25	37,50	787,50
	3	2	50,00	10,00	11,25	62,50	

14

U ovoj tablici su prikazne kombinacije FTR-a koje zadovoljavaju uvjete u našem sustavu sa tri sabirnice. Uočite da je u svakom slučaju ukupan prihod kojeg nosioci FTR-a ubiru od operatora jednak upravo višku trgovanja (pogledajte u prethodnom predavanju da je višak trgovanja doista 787,5 EUR).

Primjer FTR za 3 čvora (4)



15

Pogledajmo sada što će se dogoditi ako je kapacitet voda 2-3 ograničen na 65 MW. Na slici su prikazani uvjeti u kojima radi sustav. Uvedimo sada prepostavke dane na sljedećem slide-u...

Primjer FTR za 3 čvora (5)

- Potrošač u čvorištu 2 sklapa CfD s proizvođačem u 1 za 60 MW uz cijenu 8 €/MWh
- Iz razloga živičarenja rizika potrošač sklapa s Operatorom 60 MW FTR-a za prijenos el. energije između točke 1 i 2
- Izvršenje:
 - Potrošač plaća Operatoru $60 \cdot 5 = 300$ € za dostavljanje 60 MW u Č 2
 - Proizvođač dobiva $60 \cdot 7,5 = 450$ € za proizvodnju u Č 1
 - Potrošač plaća dodatno $60 \cdot (8,00 - 7,50) = 30$ € kao CfD proizvođaču
 - Potrošač plaća Operatoru $60 \cdot (7,50 - 5,00) = 150$ € kao svoj obvezu iz imanja FTR-a
 - **Potrošač zapravo plaća $300 + 30 + 150 = 480$ €** što je isto kao $60 \cdot 8,00$

Primjer FTR za 3 čvora (6)

Kombinacija	FTR		Iznos (MW)	Izvršenje (Settlement)		Prihod €	Ukupno €
	Od	Do		Od cijena €/MWh	Do cijena €/MWh		
A	1	3	225,00	7,50	10,00	562,50	
	1	2	60,00	7,50	5,00	-150,00	412,50
B	1	3	285,00	7,50	10,00	712,50	
	3	2	60,00	10,00	5,00	-300,00	412,50
C	1	3	275,00	7,50	10,00	687,50	
	1	2	10,00	7,50	5,00	-25,00	412,50
	3	2	50,00	10,00	5,00	-250,00	

U tablici su opet pokazane moguće kombinacije FTR-a. Uočite da su neke vrijednosti prihoda negativne. Razlog leži u tome što u ovom primjeru operator sustava nije bio u mogućnosti isporučiti prijenosni kapacitet od točke do točke koji je bio prepostavljen kada je izvršena aukcija za FTR.

Flowgate – što je to?

- A *flowgate* predstavlja vod, set vodova ili kombinaciju vodova i druge opreme koji povezuju dva čvorišta unutar elektroenergetskog(ih) sustava preko kojeg(ih) se ostvaruju tokovi snage
- *Flowgate* prestavlja granicu između dva dijela prijenosnog sustava unutar kojih može nastupiti zagušenje (unutar jednog sustava to može biti npr.: sjeverno-južni, sjeverno-zapadni, i sl.)
- *Flowgate* zapravo predstavlja “izrez” jednog sustava u kojem se jednoznačno mogu definirati zagušenja odn. snaga koja može “ prolaziti” kroz njega
<http://www.hks.harvard.edu/hepg/flowgate/PowerUK%20Piece%20on%20Flowgates.pdf>
- *Flowgate* predstavlja jednoznačno definirana “prava na prijenos” između točke A i B bez obzira koliko je stvarnih vodova unutar područja

Umjesto da se definiraju od točke do točke (čvora do čvora), FTR-i se mogu dodijeliti i granama ili kombinacijama grana u sustavu. Tada govorimo o Flowgate Rights (FGR). Oni funkcioniraju na isti način kao FTR, samo što njihova vrijednost nije vezana za razlike čvorišnih cijena nego uz Lagrangeov multiplikator ili cijenu u sjeni koja je povezana uz maksimalni kapacitet flowgate-a.



Flowgate prava (FGR)

- Opažanje:
 - samo zagušenja stvaraju FTR
 - samo mali broj grana stvara zagušenja
- Koncept
 - kupovati prava samo na onim vodovima koji mogu doći u zagušenje
 - teorijski je slično *point-to-point* pravima
- Prednost
 - trguje se samo s nekoliko prava
 - proizvodi iste učinke kao i FTR
 - likvidnije je tržiste
- Poteškoće
 - odrediti grane (vodove) koji mogu stvoriti zagušenje



ŠTO OČEKIVATI NA ZAVRŠNOM ISPITU?





Za pročitati i riješiti zadatke – obvezno!

- Daniel S. Kirschen, Goran Strbac, **FUNDAMENTALS OF POWER SYSTEM ECONOMICS**, John Wiley & Sons Ltd, London 2005
poglavlje 6.

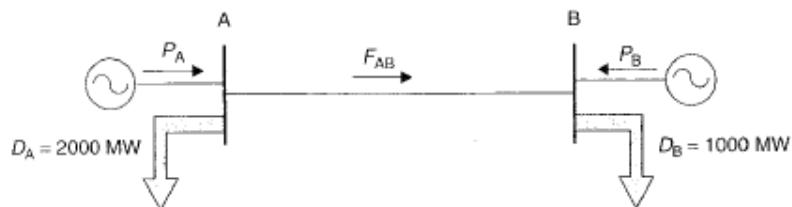


Ekonomija u energetici

Za EES koji se sastoji od dva čvorišta (slika) dani su granični troškovi izrazima: $MCA = 20 + 0,03 \cdot PA$ i $MCB = 15 + 0,02 \cdot PB$.

Potrošnja je konstantna i dana slikom. Generatori nemaju ograničenja u snazi. Izračunajte čvorišne cijene, proizvodnju svakog generatora i tok snage kroz vod, ako:

- (i) vod A-B ima neograničen prijenosni kapacitet
- (ii) vod A-B ima kapacitet 600 MW



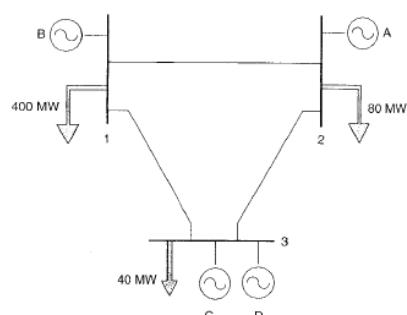
Ekonomija u energetici

- i. Računamo snage PA i PB tako da izjednačimo MCA i MCB uz uvjet da je $PA+PB=DA+DB=3000 \text{ MW} \Rightarrow$
 $PA=1100 \text{ MW}$
 $PB=1900 \text{ MW}$
 $\pi_A=\pi_B=53 \text{ EUR/MWh}$
 $FAB=-900 \text{ MW}$ (pazite na smjer!)
- ii. B ima vidljivo niže troškove i iz njegovog smjera će ići 600 MW prema A \Rightarrow
 $FAB=-600 \text{ MW} \Rightarrow PB= 1600 \text{ MW} \Rightarrow PA=1400 \text{ MW} \Rightarrow$ (uvrštavanjem u jednadžbe za MC)
 $\pi_A=62 \text{ EUR/MWh}$
 $\pi_B=47 \text{ EUR/MWh}$

Varijacije na temu: što ako generatori imaju ograničenje proizvodnje, izračunati prihode proizvođača i plaćanja potrošača, izračunati višak trgovanja koji nastaje zbog zagušenja... (zadatci 6.2, 6.3, 6.4)

Ekonomija u energetici

Izračunajte čvorišne cijene i proizvodnju pojedinih generatora za sustav zadan slikom i tablicom. Pretpostavite da nema ograničenja prijenosnih kapaciteta vodova.



Generator	Snaga (MW)	Gr.trošak (EUR/MWh)
A	150	12
B	200	15
C	150	10
D	400	8

Ekonomija u energetici

- Ekonomsko dispečiranje za zadovoljavanje potražnje od $400+80+40=520$ MW:
 - Prvo angažiramo najjeftiniju jedinicu PD= 400 MW, potom PC=120 MW
 - Kako je C granični generator, cijena je 10 EUR/MWh.
- **Uzmimo u obzir sada prijenosne kapacitete vodova (tablica) i izračunajmo tokove snaga kroz grane (superpozicija)!**

Grana	Reaktancija (p.u.)	Kapacitet (MW)
1-2	0,2	250
1-3	0,3	250
2-3	0,3	250

Ekonomija u energetici

- *Superponirajmo (prepišite s ploče!!!)*
- “Rastavimo” na dva slučaja 400+80 MW (preostalih 40 MW se potroši na sabirnici 3)
- Slučaj 1: 400MW
 - $x1A = x12 + x23 = 0,5$ p.u.
 - $x1B = x13 = 0,3$ p.u.
 - $F1A = 0,3 / (0,5 + 0,3) * 400 = 150$ MW
 - $F1B = 0,5 / (0,5 + 0,3) * 400 = 250$ MW
- Slučaj 2: 80MW
 - $x2A = x13 + x23 = 0,5$ p.u.
 - $x2B = x23 = 0,3$ p.u.
 - $F2A = 0,3 / (0,5 + 0,3) * 80 = 30$ MW
 - $F2B = 0,5 / (0,5 + 0,3) * 80 = 50$ MW
- $F21 = F1A - F2A = 150 - 30 = 120$ MW
- $F31 = F1B + F2A = 250 + 30 = 280$ MW
- $F32 = F1A + F2A = 150 + 50 = 200$ MW
- Zaključak: Vod 1-3 je preopterećen!
- ***Varijacije na temu: redispēčiranje!!! (zadatci 6.7, 6.8, 6.9)***

Ekonomija u energetici

Prepostavite da se u EES-u iz prethodnog primjera napravio redispečing tako da se zadovolje sigurnosni uvjeti, tj. da ni jedan vod ne bude preopterećen. Raspored elektrana je redom slijedeći: 80, 0, 40, 400 MW. Izračunajte čvorisne cijene!

- Čvoriste 3:
 - D je na max.
 - C je granični: $\pi_3 = MC_C = 10 \text{ EUR/MWh}$
- Čvoriste 2:
 - A zadovoljava svu potrošnju
 - $\pi_2 = MC_A = 12 \text{ EUR/MWh}$
- Čvoriste 1:
 - Pitanje je kako osigurati dodatni 1MW u tom čvoristu?
 - Angažiranje B je skupo, pa gledamo što se događa ako povećamo proizvodnju C ili A
 - Superpozicija (predavanja, pločal!)
 - $\pi_3 = 13,33 \text{ EUR/MWh}$
- **Još moguće: izračunati trošak potrošača, prihod proizvođača, višak trgovanja**

Ekonomija u energetici

I još... Proizvođač D i potrošač na sabirnicama 1 ušli su u ugovor za razlike za 100 MW po 11 EUR/MWh. Uz to, proizvođač D je kupio 100 MW FTR. Kako se zatvara ugovor?

- Potrošač plaća Operatoru $100 \cdot 13,33 = 1333$ € za dostavljanje 100 MW u Č 1
- Proizvođač dobiva $100 \cdot 10 = 1000$ € za proizvodnju u Č 3
- Proizvođač plaća dodatno $100 \cdot (13,33 - 11) = 233$ € kao CfD potrošaču
- Proizvođač dobiva natrag od Operatora $100 \cdot (13,33 - 10) = 333$ € kao svoj prihod na račun FTR-a
- **Potrošač zapravo plaća $1333 - 233 = 1100$ €** što je isto kao $100 \cdot 11,00$
- **Proizvođač zapravo dobiva $1000 - 233 + 333 = 1100$ €** što je isto kao $100 \cdot 11,00$

Varijacije na temu: zadatci 6.15, 6.16, 6.17



HVALA NA POZORNOSTI

Predpriступni pregovori za Europsku uniju

i

3. energetski paket EU

Prof.dr.sc. Željko Tomšić

O Europskoj uniji

- **Europska unija nije savez** kao što su to Sjedinjene Američke Države niti je to samo organizacija za suradnju između vlada, kao što su to Ujedinjeni narodi.
- Niti je to država čija je namjera zamijeniti postojeće države, nego je puno više od bilo koje druge međunarodne organizacije. EU je zapravo jedinstvena.
- Unija od **27 država članica** koja pokriva više od **3,9 milijuna četvornih km** s više od **450 milijuna građana** koji stvaraju **četvrtinu svjetskoga BNP** i govore više od **20 jezika**.

Povijest EU

- Rimskim ugovorima, potpisanim 25. ožujka 1957. godine u Rimu a koji su stupili na snagu 1. siječnja 1958. godine, osnovane su: **Europska ekonomska zajednica (EEZ)** i **Europska zajednica za atomsku energiju (EURATOM)**.
- Europska ekonomska zajednica stvorena je s ciljem da se **gospodarska suradnja s područja ugljena i čelika proširi na nova područja**.
- Ovom zajednicom **uspostavljena je carinska unija** među državama potpisnicama (**Belgija, Francuska, Italija, Luksemburg, Nizozemska i Njemačka**), postavljeni su **kriteriji i temeljni ciljevi** stvaranja zajedničkog tržišta koje bi osiguralo slobodno kretanje ljudi, roba, usluga i kapitala.
- **EURATOM** postavio je za svoje ciljeve razvoj istraživanja nuklearne energije i njezine upotrebe u civilne svrhe.

Institucije Europske Unije

- Ugovorom o osnivanju Europske zajednice stvoreno je pet temeljnih institucija.
- Stupanjem na snagu Lisabonskog ugovora, Europsko Vijeće i Europska središnja banka postaju i formalno institucije EU-a, stoga se danas EU u svom radu oslanja na sedam temeljnih institucija. To su:
 1. **Europski parlament,**
 2. **Europsko vijeće,**
 3. **Vijeće,**
 4. **Europska komisija,**
 5. **Sud pravde Europske unije,**
 6. **Europska središnja banka,**
 7. **Revizorski sud.**

Institucije i tijela EU-a

- Općenito govoreći, proces donošenja odluka u Europskoj uniji i postupak suodlučivanja uključuju tri glavne institucije:
 - **Europski parlament (EP) koji zastupa građane EU-a i koji ga izravno biraju;**
 - **Vijeće Europske unije koje zastupa pojedinačne države članice;**
 - **Europsku komisiju kojoj je cilj zastupati interese Unije kao cjeline.**

Institucije i tijela EU-a

- Osim svojih institucija, EU ima i brojna **druga tijela koja imaju specijalizirane uloge:**
 - Europski gospodarski i socijalni odbor predstavlja civilno društvo, poslodavce i zaposlenike;
 - Odbor regija predstavlja regionalne i lokalne vlasti;
 - Europska investicijska banka financira investicijske projekte EU-a te pomaže malim poduzećima putem Europskog investicijskoga fonda;
 - Europska središnja banka odgovorna je za europsku monetarnu politiku;
 - Europski ombudsman istražuje pritužbe vezane za loše upravljanje institucija i tijela EU-a;
 - Europski nadzornike zaštite podataka čuva privatnost osobnih podataka;
 - Ured za službene publikacije Europskih zajednica objavljuje informacije o Uniji;
 - Europski ured za odabir osoblja zapošljava osoblje za institucije i druga tijela EU-a;
 - Europska škola za javnu upravu pruža obuku na specifičnim područjima za članove osoblja EU-a.

Europska komisija – promicanje zajedničkog interesa

- **Europska komisija (EK)**, (engl. *European Commission*) čije je sjedište u Bruxellesu, institucija je koja **izražava i zagovara opći interes Europske unije** i u svom je radu **neovisna od interesa pojedinih država članica Unije**.
- Radi jednostavnosti komunikacije, u svom radu Komisija se koristi s **3 radna jezika: francuskim, engleskim i njemačkim**.
- **Komisija predlaže, izrađuje nacrte i predstavlja nove prijedloge zakonskih propisa** zbog čega se ona često naziva i glavnom pokretačkom snagom europskih integracija.
- Zadužena je za provođenje zajedničkih politika i europskog zakonodavstva
- **Komisija je zadužena za upravljanje i nadzor nad proračunom EU-a**, koji obavlja zajedno s Revizorskim sudom.

Europska komisija

- Kako bi mogla obavljati svoje zadatke, Komisija ima razrađenu unutarnju upravno-administrativnu strukturu.
- **Komisija je podijeljena na Opće uprave** (engl. *Directorates-General*, engl. kratica *DGs*).
- Svaki **povjerenik** zadužen je za određeno područje i na čelu je one opće uprave, ili više njih, koja pokriva to područje.
- Osim Općih uprava, Komisiji u radu pomažu **Glavno tajništvo koje koordinira rad Općih uprava** i komunikaciju Komisije s ostalim institucijama, zatim **privremeni i stalni odbori stručnjaka i savjetnika** te ostale zajedničke službe i uredi.

Agencije EU-a

- Niz specijaliziranih i decentraliziranih agencija EU-a osnovano je kako bi podupirale države članice EU-a i njezine građane.
- Te agencije su odgovor na želju za zemljopisnim prijenosom ovlasti i potrebom rješavanja novih zadataka pravne, tehničke i/ili znanstvene naravi.
- Agencije EU-a grupirane su u 4 različite kategorije:
 - **Agencije Zajednice** (npr. Europska agencija za zrakoplovnu sigurnost (EASA))
 - **Agencije za zajedničku vanjsku i sigurnosnu politiku**
 - **Agencije za policijsku i pravosudnu suradnju u kaznenim pitanjima**
 - **Izvršne agencije** (Izvršna agencija za inteligentnu energiju)

Donošenje odluka u EU

- **Europska unija ovlaštena je u područjima svoje nadležnosti za pripremanje i donošenje odluka, a tu ovlast ostvaruje putem svojih institucija.**
- U pitanjima koja su u nadležnosti Europske unije, **odluke donosi Vijeće zajednički s Europskim parlamentom** ili, u manjoj mjeri, samostalno.
- **Uredbe, direktive i odluke pravno su obvezujuće za zemlje članice, ali među njima postoje određene razlike.**
- **Uredbe (engl. *Regulations*) su u potpunosti obvezujuće za sve zemlje članice i moraju se izravno primijeniti.**
- **Direktive (engl. *Directives*) definiraju rezultate koji se žele postići, dok se metode implementacije ostavljaju zemljama članicama na izbor, a odluke (engl. *Decisions*) obvezuju samo one na koga su upućene.**
- **U redovnom zakonodavnom postupku zakonodavne akte predlaže Europska komisija, a donose ih Europski parlament i Vijeće.**

Prethodna proširenja

- U početku je šest zemalja – Belgija, Njemačka, Francuska, Italija, Luksemburg i Nizozemska – osnovalo Europsku zajednicu za ugljen i čelik 1951. godine, nakon čega su uslijedile Europska ekomska zajednica i Europska zajednica za atomsku energiju 1957. godine.
- Od tada je uslijedilo **pet uzastopnih proširenja:**
 - 1973. Danska, Irska i Ujedinjena Kraljevina pristupile su EU.
 - 1981. Grčka je postala država članica.
 - 1986. Španjolska i Portugal postale su države članice.
 - 1995. Austrija, Finska i Švedska pridružile su se Europskoj uniji.
 - 2004. došlo je do povijesnoga proširenja EU-a – na 10 zemalja Srednje i Istočne Europe i Mediterana: Češka, Estonija, Cipar, Latvija, Litva, Mađarska, Malta, Poljska, Slovačka i Slovenija.
 - 2007. Rumunjska i Bugarska pristupaju EU.

Potencijana proširenja EU

- Datum podnošenja zahtjeva za članstvo u Europskoj uniji:
 - Hrvatska: **21.02.2003.**
 - Bivša Jugoslavenska Republika Makedonija: 22.03.2004.
 - Turska: 14. 04.1987.

Kako neka zemlja pristupa Europskoj uniji

- Zemlja koja želi pristupiti **Uniji podnosi zahtjev za članstvom Vijeću** koje traži od Komisije da procijeni sposobnost države koja je podnijela zahtjev u ispunjavanju uvjeta članstva.
- Ako Komisija donese pozitivno mišljenje, a Vijeće se jednoglasno složi o mandatu pregovaranja, pregovori se službeno otvaraju između država kandidatkinja i **svih država članica**.

Strategija predpristupanja

- Strategija predpristupanja osmišljena je kako bi **pripremila države kandidatkinje za buduće članstvo.**
- Ona obuhvaća ove okvire i mehanizme:
 - Sporazumi o Evropi / Sporazumi o pridruživanju / Sporazumi o stabilizaciji i pridruživanju
 - Pristupno partnerstvo / Europsko partnerstvo
 - Predpristupna pomoć
 - Sufinanciranje od međunarodnih finansijskih ustanova
 - Sudjelovanje u programima, agencijama i odborima EU-a
 - Redovita izvješća / Izvješća o napretku
 - Politički dijalog

Pregovori

- Prvi korak u pregovorima je takozvani "**screening**".
- To je **analitički pregled pravne stečevine**.
- Svrha screeninga je **objasniti pravnu stečevinu državama kandidatkinjama i zajedno s njima utvrditi područja u kojima postoje problemi koje bi trebalo riješiti**.
- Kao osnova za pokretanje stvarnoga, tehničkoga procesa pregovora, Komisija sastavlja "**screening izvješće**" za svako poglavlje i za svaku državu članicu.
- **Države kandidatkinje podnose pregovaračku poziciju**.
- **Komisija podnosi Vijeću Nacrt zajedničke pozicije**.
- **Vijeće usvaja zajedničku poziciju koja omogućava otvaranje poglavlja**.

Screening

- *Screening* se odvija u četiri faze:
 1. faza: **Europska komisija** detaljno objašnjava *acquis* i sve njegove implikacije;
 2. faza: **nacionalni stručnjaci** objašnjavaju stanje u Hrvatskoj i predstavljaju svoje stajalište;
 3. faza: **Komisija izrađuje izvješće o screeningu** koje se upućuje državama članicama, u kojem daje preporuku za otvaranje pregovora o pojedinom poglavljju;
 4. faza: **države članice u Vijeću** odlučuju o otvaranju poglavlja.

Zajedničko stajalište EU

- Vijeće ministara EU-a donosi zajedničko stajalište Europske unije (European Union Common Position-EUCP) o svakom poglavlju, na temelju nacrta pregovaračkog stajališta EU-a uzimajući u obzir pregovaračko stajalište države kandidatkinje te može:
 - zatražiti dodatne informacije;
 - postaviti posebne uvjete pregovaranja;
 - postaviti minimalne preduvjete (*benchmarks*) za zatvaranje poglavlja.

Zajedničko stajalište EU

- EUCP je preduvjet za zaključivanje poglavlja.
- O privremenom zatvaranju poglavlja može se odlučiti ukoliko EU smatra da je:
 - Država kandidatkinja pokazala visok stupanj pripremljenosti;
 - Minimalni preduvjeti (eng. *benchmarks*) su zadovoljeni;
 - Prijelazne mjere su dogovorene.
- Međutim, zatvaranje poglavlja je samo privremeno: sva poglavlja mogu i vjerojatno će biti ponovno otvorena prije nego što sve bude dogovoreno.

Pregovori

- O pregovaračkim stajalištima EU i država kandidatkinja raspravljaju i pregovaraju **na sjednicama međuvladine konferencije**, uz koje se usporedno održavaju **redovite konzultacije i razgovori na stručnoj razini između predstavnika Europske komisije i države kandidatkinje** radi otklanjanja eventualnih problema.
- Nakon postizanja dogovora između Europske unije i države kandidatkinje o pojedinom poglavlju pregovora, uz ispunjenost preduvjeta za njegovo zatvaranje, ono se smatra privremeno zatvorenim.

Tijek pregovora



Pregovarački proces

- U srži procesa temeljni je pregovarački okvir:
 - Država kandidatkinja mora prihvatiti zakonodavstvo EU-a;
 - Mora usvojiti/prenijeti, provesti zakonodavstvo EU-a;
 - Europska komisija mora odobriti i nadzirati proces;
 - Europska komisija mora predložiti, kao odgovor na pregovaračko stajalište države kandidatkinje, zajedničko pregovaračko stajalište EU-a za svako poglavlje koje je vezano uz pitanja “nadležnosti Zajednice”;
 - Vijeće ministara EU-a mora jednoglasno odobriti pregovaračka stajališta;

Proces ratifikacije i pristupanje

- Kada se **zaključe** pregovori o svim poglavljima, rezultati pregovora uključuju se u **nacrt Ugovora o pristupanju** kojega usuglašavaju Vijeće i države pristupnice.
- Taj **nacrt Ugovora** se naknadno podnosi Komisiji na njezino mišljenje i Europskom parlamentu na pristanak.
- Nakon **potpisivanja**, Ugovor o pristupanju se **podnosi državama članicama i svakoj državi pristupnici na ratifikaciju u skladu s njihovim ustavnim postupcima**.
- Kada je proces ratifikacije završen i Ugovor stupa na snagu, država kandidatkinja postaje država članica.

Partnerstvo EU-a i Hrvatske

- **Glavni koraci na putu Hrvatske prema Europskoj uniji**
 - Proces stabilizacije i pridruživanja
 - Mišljenje Komisije o zahtjevu Hrvatske za članstvo u EU – **travanj 2004.**
 - Otvaranje pregovora o pristupanju – **3. listopada 2005.**
 - Ugovorni odnosi EU-Hrvatska – Sporazum o stabilizaciji i pridruživanju

Razvoj odnosa Hrvatske i Europske unije

- Uspostavljanje odnosa između Republike Hrvatske i Europske unije započinje **međunarodnim priznanjem** Republike Hrvatske kao nezavisne i suverene države **15. siječnja 1992. godine.**
- Potpisivanjem **Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju** (engl. *Stabilisation and Association Agreement*) **29. listopada 2001.** godine Republika Hrvatska po prvi put stupa u ugovorne odnose s Europskom unijom.
- To je bio **najvažniji formalni korak u procesu približavanja** Republike Hrvatske Europskoj uniji prije podnošenja zahtjeva za punopravno članstvo, stjecanja statusa kandidata i otvaranja pristupnih pregovora.

Pristupni pregovori za EU poglavlje 15 **ENERGETIKA**

1261 dan od prvog screeninga do privremenog
zatvaranja poglavlja 15 Energetika

Željko Tomšić

Sadržaj

- Pristupni pregovori za EU – općenito
- Poglavlje 15 Energetika
 - STANJE PREGOVORA **JUČER**
 - STANJE PREGOVORA **DANAS**
 - ZADACI ZA **SUTRA**

Glavni akteri

- Države članice EU (member states)
- **Europska komisija** – moderator
 - Povjerenici (Commissioners)
 - Opće uprave (Directorate General DG) – na čelu direktor
 - **Opća uprava za energetiku (DG Energy – former DG TREN)**
 - **Opća uprava za proširenje (DG Enlargement)**
 - **Opća uprava za konkurentnost (DG COMP)**
- Država kandidat - Hrvatska

Uloga Europske komisije

- **Dvojaka uloga:**
 - U pregovorima s Hrvatskom **zastupa EU i zemlje članice EU**
 - U pregovorima sa zemljama članicama EU **zastupa Hrvatsku**

Pristupni pregovori za EU

Općenito o pregovorima

Pristupni pregovori za EU

- Što su pregovori?
- Poglavlja pregovora
- Kako se vode pregovori?
- Tko u Hrvatskoj vodi pregovore?
- O čemu se pregovara?
- Faze pregovora?

Zahtjev za članstvo u Europskoj uniji

- Temeljem zahtjeva za članstvo u Europskoj uniji kojeg je **Republika Hrvatska** podnijela **21. veljače 2003. godine**, **Europska komisija je u travnju 2004. godine** donijela **pozitivno Mišljenje o zahtjevu** Republike Hrvatske za punopravnim članstvom u Europskoj uniji (**avis**) te je **18. lipnja 2004.** godine Republika Hrvatska **dobila status kandidata** za članstvo u Europskoj uniji.
- U **ožujku 2005.** godine, usvojen je i **Pregovarački okvir** za pregovore s Republikom Hrvatskom od strane **Vijeća Europske unije**.

Poglavlja pregovora

1. Sloboda kretanja roba;
2. Sloboda kretanja radnika;
3. Pravo poslovnog nastana i sloboda pružanja usluga;
4. Sloboda kretanja kapitala;
5. Javne nabave;
6. Pravo trgovačkih društava;
7. Pravo intelektualnog vlasništva;
8. Tržišno natjecanje;
9. Financijske usluge;
10. Informacijsko društvo i mediji;
11. Poljoprivreda i ruralni razvitak;
12. Sigurnost hrane, veterinarstvo i fitosanitarni nadzor;
13. Ribarstvo;
14. Prometna politika;
- 15. Energetika;**
16. Porezi;
17. Ekonomска и monetарна унија;
18. Statistika;
19. Socijalna politika i zapošljavanje;
20. Poduzetništvo i industrijska politika;
- 21. Trans-europske mreže;**
22. Regionalna politika i koordinacija strukturnih instrumenata;
23. Pravosuđe i temeljna ljudska prava;
24. Pravda, sloboda i sigurnost;
25. Znanost i istraživanje;
26. Obrazovanje i kultura;
27. Okoliš;
28. Zaštita potrošača i zdravlja;
29. Carinska unija;
30. Vanjski odnosi;
31. Vanjska, sigurnosna i obrambena politika;
32. Financijski nadzor;
33. Financijske i proračunske odredbe;
- 34. Institutije;**
- 35. Ostala pitanja.**

Struktura za pregovore o pristupanju RH EU

- Struktura za pregovore o pristupanju Republike Hrvatske Europskoj uniji uspostavljena je Odlukom Vlade Republike Hrvatske od **7. travnja 2005.** godine
- **Uspostavljena su ova tijela:**
 - Državno izaslanstvo Republike Hrvatske za pregovore o pristupanju Republike Hrvatske Europskoj uniji;
 - Koordinacija za pregovore o pristupanju Republike Hrvatske Europskoj uniji;
 - **Pregovaračka skupina** za vođenje pregovora o pristupanju Republike Hrvatske Europskoj uniji;
 - **Radne skupine** za pripremu pregovora po pojedinim poglavljima pregovora – pravne stečevine Europske unije;
 - **Ured glavnog pregovarača;**
 - **Tajništvo Pregovaračke skupine.**

Početak pregovora - imenovanja

- Vlada Republike Hrvatske je na sjednici održanoj 5. siječnja 2005. u **Državno izaslanstvo** Republike Hrvatske za pregovore o pristupanju Republike Hrvatske Europskoj uniji imenovala:
 1. Voditelj Državnog izaslanstva; ministar MVPEI
 2. Zamjenik voditelja Državnog izaslanstva i glavni pregovarač; **Vladimir Drobnjak, veleposlanik**
 3. Zamjenik/ica glavnog pregovarača;
 4. Zamjenik glavnog pregovarača;
 5. Šef Misije Republike Hrvatske pri Europskim zajednicama;
 6. Tajnica Pregovaračke skupine.

Početak pregovora - imenovanja

- Vlada Republike Hrvatske je na sjednici održanoj 7. travnja 2005. godine u **Pregovaračku skupinu za vođenje pregovora** o pristupanju Republike Hrvatske Europskoj uniji imenovala:
 - 10. prof. dr. sc. **Nikola Ružinski**, državni tajnik, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva – član Pregovaračke skupine zadužen za poglavlja pregovora – pravne stečevine Europske unije **Energetika i Okoliš**;
- Radne skupine za pripremu pregovora uspostavljene su za poglavlja pregovora te su imenovani njihovi voditelji:
 - 15. **Energetika** - doc. dr. sc. **Željko Tomšić**

Početak pregovora

- Pregovori su formalno započeli **3. listopada 2005.** godine održavanjem prve sjednice međuvladine konferencije (MVK).

Hrvatski sabor i Europska unija

- **Hrvatski sabor** 4. prosinca 2001. donosi :
 - **Zakon o potvrđivanju Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju** između RH i Europskih zajednica i njihovih država članica;
 - **Zakon o potvrđivanju Privremenog sporazuma o trgovinskim i s njima povezanim pitanjima** između RH i Europske zajednice;
 - **Zakon o provedbi Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju** između RH i Europskih zajednica i njihovih država članica i **Privremenog sporazuma o trgovinskim i s njima povezanim pitanjima** između RH i Europske zajednice.

Hrvatski sabor i Europski parlament

- Potpisivanjem Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju u procesu pridruživanja Europskoj uniji, **RH je preuzeila obvezu implementacije zakonodavstva Europske unije u nacionalno zakonodavstvo;**
- **Europski parlament** je 10. ožujka 2004. usvojio odluku o suradnji Europskog parlamenta i Hrvatskog sabora u okviru **Zajedničkog parlamentarnog odbora**;
- Europski parlament je u travnju 2004. usvojio **Preporuke o zahtjevu RH za članstvo u EU.**

Tijela Hrvatskog sabora za pregovore

- **Hrvatski sabor** je 2001. osnovao **Odbor za europske integracije** s nadležnošću praćenja procesa usklađivanja;
- Hrvatski sabor je 19. siječnja 2005. donio Odluku o osnivanju **Nacionalnog odbora** kao posebnog radnog tijela Hrvatskog sabora za praćenje pregovora za pristupanje RH EU;
- Hrvatski sabor je 19. siječnja 2005. donio **Deklaraciju Hrvatskog sabora** o temeljnim načelima pregovora za punopravno članstvo RH u Europskoj uniji i **Izjavu Hrvatskog sabora i Vlade RH o zadničkom djelovanju** u procesu pregovora za članstvo u EU.

Tijela Hrvatskog sabora za pregovore

- **Nacionalni odbor:**
 - Nadgleda i ocjenjuje tijek pregovora;
 - Daje mišljenje i smjernice u ime Hrvatskog sabora o pripremljenim pregovaračkim pozicijama;
 - Razmatra informacije o pregovaračkom procesu;
 - Razmatra i daje mišljenja o pitanjima koja će se otvarati tijekom pregovora;
 - Razmatra i ocjenjuje pregovaračko djelovanje pojedinih članova pregovaračkog tima;
 - Održava redovite konzultacije i razmjenjuje informacije s Predsjednikom RH, predsjednikom Vlade RH i predsjednikom Hrvatskog sabora;
 - Održava redovite konzultacije s voditeljem izaslanstva i glavnim pregovaračem o tijeku pregovora, otvorenim pregovaračkim pitanjima i mogućim načinima zatvaranja pojedinih poglavija pregovora.
- **Predsjednik se bira iz reda oporbenih, a potpredsjednik iz reda vladajućih.**

Struktura i svrha pregovora

Prijelazna razdoblja

- **Do ulaska u članstvo u Europskoj uniji** svaka država kandidatkinja dužna je **preuzeti cijelu pravnu stečevinu Europske unije** i biti sposobna za njezinu učinkovitu primjenu.
- Ako **država kandidatkinja** do trenutka stupanja u punopravno članstvo zbog opravdanih razloga ne može u potpunosti prihvati i primijeniti pravnu stečevinu u pojedinom poglavljju pregovora, država kandidatkinja u pregovorima o tom poglavljju može **zatražiti tzv. prijelazna razdoblja.**

Prijelazna razdoblja

- To su dodatna vremenska razdoblja za potpuno usklađivanje nacionalnoga zakonodavstva s pravnom stečevinom Europske unije na određenom području i nakon pristupanja u članstvo u Europskoj uniji.
- Zatražena prijelazna razdoblja moraju biti vremenski i sadržajno ograničena i ne smiju narušavati slobodu tržišnoga natjecanja ili utjecati na djelovanje unutarnjega tržišta Zajednice.
- U iznimno rijetkim slučajevima državama kandidatkinjama bila su odobrena i izuzeća (derogacije) kao trajna odstupanja od primjene pravne stečevine na određenom području.
- Potrebno je naglasiti kako prijelazna razdoblja za primjenu pravne stečevine mogu biti dogovorena i u interesu Europske unije

Faze pregovora

- **faza 1:** Prva faza analitičkog pregleda pravne stečevine (*screening*);
- **faza 2:** Bilateralna faza *screening-a*;
- **faza 3:** EK izrađuje Izvješće o screeningu
- **faza 4:** Radna skupina za proširenje Vijeća EU raspravlja o izvješću EK o screening-u
- **faza 5:** Vijeće EU odlučuje o pripremljenosti Hrvatske za otvaranje poglavlja / ili o mjerilima za otvaranje;
- **faza 6:** Ako su postavljena **mjerila za otvaranje**, Hrvatska ih ispunjava, **EK ocjenjuje** a **Vijeće EU potvrđuje**.
- **faza 7:** Hrvatska izrađuje i dostavlja pregovaračko stajalište Predsjedavajućem EU-a;
- **faza 8:** EK izrađuje **nacrt zajedničkog stajališta EU** (NZS)
- **faza 9:** Radna skupina za proširenje Vijeća EU **raspravlja o NZS-u**
- **faza 10:** Vijeće EU usvaja Zajedničko stajalište EU za otvaranje poglavlja na Međuvladinoj konferenciji (MVK);
- **faza 11:** Formalno otvaranje poglavlja na MVK-u;
- **faza 12:** **Privremeno zatvaranje poglavlja na MVK-u**

Pregovori

- Nakon formalnog općeg otvaranja pregovora slijedi faza analitičkoga pregleda i ocjene usklađenosti nacionalnoga zakonodavstva države kandidatkinje s pravnom stečevinom Europske unije, poznatija kao **screening**.
- **Nakon završetka analitičkoga pregleda (2. screening) Odluku o otvaranju pregovora u pojedinom poglavlju, ovisno o ocjeni spremnosti države kandidatkinje, donose države članice u okviru Vijeća Europske unije.**
- Sadržajni pregovori vode se na temelju pregovaračkih stajališta Europske unije i države kandidatkinje, koja se pripremaju za svako pojedino poglavlje pregovora slijedom rezultata screeninga (**pregovaračka stajališta**).

Analitički pregled - *screening*

- Osnovna je svrha *screeninga* utvrditi **postojeće razlike u svakom poglavlju pregovora** između zakonodavstva države kandidatkinje i pravne stečevine EU s kojom je do trenutka pristupanja u članstvo **potrebno uskladiti nacionalno zakonodavstvo**.
- Na temelju analize od države kandidatkinje očekuje se da pokaže **hoće li moći u cijelosti prihvatići pravnu stečevinu EU** u pojedinom poglavlju pregovora i uskladiti uočene razlike u zakonodavstvu ili **ima namjeru zatražiti odgovarajuća prijelazna razdoblja** za potpuno usklađivanje i punu provedbu.
- **Screening se provodi zasebno za svako poglavlje pregovora**, a njegovo **trajanje** po pojedinom poglavlju ovisi o opsegu i količini pravne stečevine.
- Screening je trajao od jednoga dana do nekoliko tjedana.
- Cjelokupan postupak screeninga uobičajeno traje oko godinu dana.

Privremeno zatvaranje poglavlja

- Nakon postizanja dogovora između EU i države kandidatkinje o pojedinom poglavlju pregovora, uz ispunjenost preuvjeta (mjerila) za njegovo zatvaranje, ono se smatra **privremenom zatvorenim**.
- Formalnu odluku o tome donosi međuvladina konferencija.
- Sve do sklapanja Ugovora o pristupanju, ako se u tom poglavlju pravne stečevine donesu bitno novi propisi ili ako država kandidatkinja ne ispuni preuvjete i obveze koje je preuzela za to poglavlje pregovora, postoji **mogućnost njegova ponovnog otvaranja**.

Mjerila - benchmarks

- Mjerila tzv. "**benchmarks**" novi je instrument kojega Europska unija koristi u pregovaračkom procesu.
- Mjerila za:
 - **Otvaranje poglavlja**
 - **Zatvaranje poglavlja**
- U prethodnom krugu proširenja taj mehanizam nije bio institucionaliziran i nije korišten kao uvjet za otvaranje, nego za zatvaranje pregovora o pojedinom poglavljju.

TIJEK
PREGOVORA

BILATERALNA MEĐUVLADINA KONFERENCIJA
IZMEĐU DRŽAVE KANDIDATKINJE I DRŽAVA
ČLANICA EUROPSKE UNIJE

BILATERALNOM MEĐUVLADINOM KONFERENCIJOM FORMALNO
ZAPOČINU PREGOVORI TE SE RAZMJENJUJU PREGOVARAČKI OKVIRI.

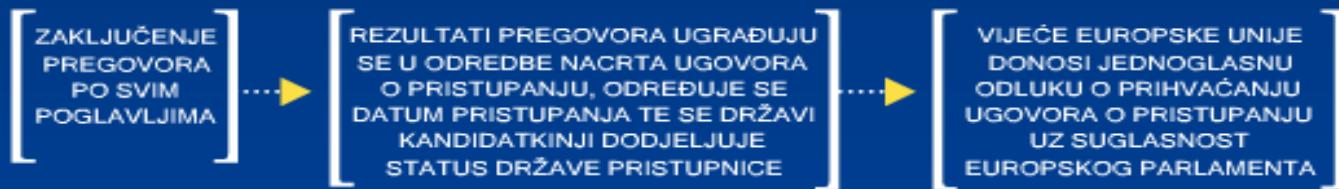
ANALITIČKI PREGLED I OCJENA USKLAĐENOSTI
NACIONALNOG ZAKONODAVSTVA S PRAVNOM
STEČEVINOM ZAJEDNICE - SCREENING



PREGOVORI PO POGLAVLJIMA



STUPANJE U PUNOPRAVNO ČLANSTVO U EUROPSKOJ UNIJI



UGOVOR POTPIŠUJU PREDSTAVNICI DRŽAVA ČLANICA I DRŽAVE PRISTUPNICE TE SE ON UPUĆUJE U POSTUPAK POTVRĐIVANJA SUKLADNO USTAVnim ODREDBAMA

DRŽAVA PRISTUPNICA NA KONFERENCIJI O PRISTUPANJU POSTAJE PUNOPRAVNA ČLANICA EUROPSKE UNIJE

Poglavlje 15. ENERGETIKA

Poglavlje 15: Energetika

- Ciljevi politike EU-a obuhvaćaju poboljšanje **konkurentnosti, sigurnost nabave energije i zaštitu okoliša.**
- Pravna stečevina u području energetike sastoji se od pravila i politika, osobito onih o **konkurenciji i državnoj pomoći** (uključujući sektor ugljena), **unutarnjem tržištu energijom** (otvaranje tržišta struje i plina, promoviranje obnovljivih izvora energije), **učinkovitosti energije, nuklearne energije i nuklearne sigurnosti te zaštite od zračenja.**

Obveze ispunjenja dijela EU zakonodavstva i prije početka pregovora

Ugovor o energetskoj zajednici



Ugovor o energetskoj zajednici

- *Ugovorom o Energetskoj zajednici između EU-a i desetak zemalja jugoistočne Europe se uspostavlja jedinstveno regionalno tržište, zasad električnom energijom i plinom, te omogućuje njegovo integriranje u postojeće tržište EU-a*
- *Pregovori počeli u lipnju 2004.*
- **Dana 25. listopada 2005. je u Ateni potписан ugovor o Energetskoj zajednici** između EU-a i zemalja jugoistočne Europe (Hrvatske, BiH, SCG-a, Makedonije, Bugarske, Rumunjske, Albanije, Privremene uprave UN-a na Kosovu).
- *Stupio na snagu 1. srpnja 2006.*
- *Obvezna primjena od 1. srpnja 2007.*

Ugovor o energetskoj zajednici

- Stupanjem na snagu potvrđenog Ugovora o Energetskoj zajednici osniva se Energetska zajednica koja znači primjenu pojedinih dijelova pravne stečevina EU u pogledu **energije, okoliša, tržišnog natjecanja i obnovljivih izvora.**
- Kroz ugovor o Energetskoj zajednici ***usvaja se dio pravne stečevina iz područja energetike.*** «Pravna stečevina Zajednice iz područja energetike», u smislu ovog Ugovora, ***znači:***
 - Direktivu Europske zajednice **2003/54/EZ** Europskog parlamenta i Vijeća od 26. lipnja 2003. o ***zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije;***
 - Direktivu Europske zajednice **2003/55/EZ** Europskog parlamenta i Vijeća od 26. lipnja 2003. o ***zajedničkim pravilima za unutarnje tržište prirodnog plina i***
 - Uredbu Europske zajednice **1228/2003/EZ** Europskog parlamenta i Vijeća od 26. lipnja 2003. o ***uvjetima za pristup mreži za prekogranične razmjene električne energije***
- Svaka ugovorna stranka koja nije članica EU, mora implementirati ove direktive u ***roku od dvanaest mjeseci od stupanja na snagu ovog Ugovora.***

Početak pregovora za P 15

- Formiranje PREGOVARAČKE SKUPINE i radne skupine za poglavlje 15 Energetika: 7. travnja 2005.

**REPUBLIKA HRVATSKA – EUROPSKA KOMISIJA
EKSPLANATORNI SCREENING, POGLAVLJE 15.
ENERGETIKA**

15. - 17. svibnja 2006. godine

- Izrada “screening lista”

**Chapter 15 – ENERGY
Bilateral Screening Meeting with Croatia
19-20 June 2006**

Screening lista energetika (50 stranica)

15. Energetika

<u>Pravna stečevina</u>	<u>Hrvatski pravni akti - usklađivanje</u>	<u>Odgovorna institucija – sposobnost provedbe</u>	<u>OPASKE</u>
ELEKTRIČNA ENERGIJA			
32003L0054 Direktiva 2003/54/EZ Europskog parlamenta i Vijeća ministara o općim pravilima za unutrašnje tržište električne energije i prestanku važenja Direktive 96/02/EZ (SL, L 283 15.07.2003.)	<p>Zakon o energiji (NN 68/01 i 177/04)</p> <p>Zakon o tržištu električne energije (NN 177/04)</p> <p>Zakon o regulaciji energetskih djelatnosti (NN 177/04)</p> <p>Zakon o zaštiti tržišnog natjecanja (NN 122/03) čl.4. st.2.</p> <p>Zakon o Državnom inspektoratu (NN 76/99, 96/03, 151/03, 160/04, 174/04, 33/05, 48/05, 129/05)</p> <p>Strategija energetskog razvijanja (NN 38/02)</p> <p>Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom (NN 14/06)</p>	<p>Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva</p> <p>Hrvatska energetska regulatorna agencija</p> <p>Hrvatska elektroprivreda d.d. i ovisna društva (HEP Grupa)</p> <p>HEP-Operator prijenosnog sustava d.o.o.</p> <p>HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.</p> <p>Hrvatski operator tržišta energije d.o.o.</p>	<p>Direktiva je u velikoj mjeri prenesena u nacionalno zakonodavstvo.</p> <p>Zakonom o tržištu električne energije (čl. 3.) određeno je da su regulirane djelatnosti prijenos i distribucija električne energije, organiziranje tržišta električnom energijom te proizvodnja i opskrba električnom energijom za tarifne kupce, kao i opskrba kupaca koji ostanu bez opskrbljivača ili kojima opskrbljivač prestane s radom ili koji ne žele koristiti pravo povlaštenog kupca. Regulirane djelatnosti se obavljaju kao javne usluge.</p> <p>Temeljem članka 39. Zakona o tržištu električne energije određeno je da su ovisna društva i Hrvatska elektroprivreda d.d. kao vladajuće društvo nositelji obveze javne usluge.</p> <p>Hrvatska energetska regulatorna agencija osnovana je temeljem članka 6. Zakona o regulaciji energetskih djelatnosti kao samostalna, neovisna i neprofitna javna ustanova radi uspostave i provođenja regulacije energetskih djelatnosti.</p>

Izrada pregovaračkog stajališta (PS) RH i EU

- Nakon bileteralnog screeninga:
 - EK izrađuje izvješće o rezultatima screeninga
 - Vijeće EU odlučuje o pripremljenosti RH za otvaranje poglavlja / ili o mjerilima za otvaranje – **NISU POSTAVLJENA MJERILA ZA OTVARANJE PREGOVORA ZA POGLAVLJE ENERGETIKA**
 - Pismo Predsjedavajuće zaprimljeno 18. svibnja 2007 za dostavu Pregovaračkog stajališta (PS);
 - **RH predala PS 11. srpnja 2007.**
 - EK predstavila Nacrt zajedničkog stajališta (NZS) EU 29. 02. 2008; COREPER-i **usvojili NZS EU 16. travnja 2008.**
- **PREGOVORI OTVORENI NA ZAMJ. MVK 21. TRAVNJA 2008.**

Pregovaračka stajališta

P 15. ENERGETIKA

Tematske cjeline

- **Ugljikovodici**
 - Nafta i naftni derivati (Cijene nafte)
 - Istraživanje i eksploracija ugljikovodika
 - Administrativna sposobnost (MINGORP)
- **Unutarnje energetsko tržište**
 - Električna energija
 - Prirodni plin
 - Međunarodni ugovori (Ugovor o Energetskoj zajednici, Ugovor o energetskoj povelji - Energy Charter Treaty)
 - Administrativna sposobnost (MINGORP, HERA, HROTE, OPS)
- **Državne potpore industriji ugljena**
- **Obnovljivi izvori energije**
 - Proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije
 - Biogoriva
 - Administrativna sposobnost (MINGORP)

Tematske cjeline

- **Energetska učinkovitost**
 - Energetske usluge i neposredna potrošnja energije (Direktiva 2006/32/EZ)
 - Označavanje energetske učinkovitosti
 - Ekodizajn
 - Energetska učinkovitost u zgradarstvu
 - Administrativna sposobnost
- **Nuklearna sigurnost**
 - Nuklearna sigurnost
 - Razgradnja i zbrinjavanje radioaktivnog otpada i istrošenoga nuklearnog goriva NE Krško
 - Administrativna sposobnost
 - Zaštita od zračenja
 - Administrativna sposobnost

Pregovaračka stajališta RH

P 15 ENERGETIKA

Zagreb, 2007.

Za potrebe priprema za članstvo, Hrvatska u
ovoj fazi smatra **2009. godinu** cilnjom
godinom svog pristupanja EU-u.

SAŽETAK PREGOVARAČKOG STAJALIŠTA RH

- Republika Hrvatska **prihvaća pravnu stečevinu EU** obuhvaćenu poglavljem 15. „Energetika“ kakva je na snazi **1. siječnja 2007.** godine te je **spremna ostvariti njenu punu provedbu** do pristupanja EU-u s određenim izuzecima **izuzetkom:**

Prijelazna razdoblja RH - primjer

- **Ugljikovodici - Nafta i naftni derivati**
- Republika Hrvatska postavlja zahtjev za prijelaznim razdobljem za potpunu primjenu Direktive 68/414/EEZ izmijenjenu Direktivom 98/93/EZ. vezano uz formiranje i čuvanje obveznih zaliha sirove nafte i naftnih derivata do 31. srpnja 2012. godine.
- *Prijelazno razdoblje traži se zbog osiguranja potrebnih financijskih sredstava i vremena potrebnog za izgradnju spremnika.*

Pregovaračko stajalište EU

Otvaranje pregovora

- Na sastanku Međuvladine konferencije (MVK) 21.4.2008. (CONF-HR 5/08) otvoreni su pregovori za poglavlje 15. – Energetika.
- EU je u svome Nacrtu zajednikog stajališta (DCP) predložila **slijedeća mjerila za provizorno zatvaranje ovog poglavlja:**
- **1. mjerilo za zatvaranje: Novi Rudarski zakon**
- *Tekst mjerila:*
- RH mora usvojiti **novi zakon o rudarstvu** (Rudarski zakoni) s ciljem potpune usklaenosti s Direktivom 94/22/EZ o uvjetima za davanje i korištenje odobrenja za traženje, istraživanje i proizvodnju ugljikovodika koji će stupiti na snagu najkasnije do datuma pristupanja.

Otvaranje pregovora

- **2. mjerilo za zatvaranje: Unutarnje energetsko tržište**
- *Tekst mjerila:*
- RH mora **potpuno primijeniti** Direktivu 2003/54/EZ vezanu za zajednika pravila za unutarnje tržište elektrine energije, Direktivu 2003/55/EZ za zajednika pravila za unutarnje tržište prirodnog plina i Uredbu (EZ) 1228/2003 o uvjetima pristupa mreži za prekogranicnu razmjenu električne energije.

Otvaranje pregovora

- **3. mjerilo za zatvaranje: Obnovljivi izvori energije**
- *Tekst mjerila:*
- U skladu s Direktivom 2001/77/EZ o promidžbi električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije na unutarnjem tržištu elektrine energije, RH mora **odrediti prikladno ambiciozan cilj** za postotak električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora koji će biti ostvaren do krajnjeg roka utvrenog u toj Direktivi, te koji mora odgovarati cilju EU o poveanju udjela potrošnje električne energije iz obnovljivih izvora s oko 7% u 2005.g na **20% do 2020.g.**, kao što je dogovoreno na Europskom vijeću u ožujku 2007.g.

Otvaranje pregovora

- **4. mjerilo za zatvaranje: Nuklearna sigurnost**
 - *Tekst mjerila:*
 - RH mora pokazati da će do vremena pristupanja imati **odgovarajuće administrativne kapacitete** da pravilno primjeni i provede relevantno zakonodavstvo u svim područjima vezanim za nuklearnu sigurnost.
 - Posebice, Hrvatska mora Komisiji predstaviti **strategiju o zbrinjavanju otpada u skladu** sa Zajedničkom konvencijom o sigurnosti zbrinjavanja istrošenog goriva i sigurnosti zbrinjavanja radioaktivnog otpada. Takva strategija trebala bi osigurati da dovoljno kvalificiranog osoblja i odgovarajuće finansijske usluge budu dostupne za potporu sigurnosti postrojenja za zbrinjavanje istrošenog goriva i radioaktivnog otpada za vrijeme njihovog operativnog vijeka i za razgradnju te da se primjene odredbe članka 24. navedene konvencije (Operativna zaštita od ionizirajućeg zračenja).

Nakon otvaranja pregovora

- EK nam je postavila 4 mjerila za zatvaranje poglavlja.
- **Rad na ispunjavanju mjerila**
- Uz intenzivnu komunikaciju i tehničke sastanke s EK još su provedene i 4 peer misije stručnjaka iz EU i Sekratarijata Energetske zajednice.

Zatvaranje pregovora o P 15 - RH

- IZVJEŠĆE RH O ISPUNJAVANJU OBVEZA IZ POGLAVLJA 15. ENERGETIKA , srpanj 2009. godine
- Pokriva razdoblje od 21. travnja 2008. godine (formalno otvaranje pregovora o poglavljiju 15. Energetika) do srpnja 2009. godine
- Korigirano pregovaračko stajalište RH glede zahtjeva za prijelazne periode
- ***Zatraženo samo prijelazno razdoblje za obvezne zalihe nafte***

Izvješće RH o ispunjavanju obveza

- U razdoblju od 21. travnja 2008. do srpnja 2009. godine Hrvatska je nastavila s procesom usklađivanja zakonodavstva s pravnom stečevinom EU u području energetike, kao i s njezinom učinkovitom provedbom i primjenom, te je razvila politike i instrumente usklađene s onima EU, posebice **u vezi sa sigurnošću opskrbe, liberalizacijom tržišta električne energije i plina, te s promicanjem obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti.**
- **U dalnjem usklađivanju svog zakonodavstva, Hrvatska će uzeti u obzir nedavno usuglašenu i/ili usvojenu novu pravnu stečevinu EU na područjima unutarnjeg tržišta električnom energijom i plinom, obnovljivih izvora energije, obveznih zaliha nafte i nuklearne sigurnosti.**

Zatvaranje pregovora o P15 - RH

- *Zatraženo prijelazno razdoblje za obvezne zalihe nafte i naftnih derivata:*
- Republika Hrvatska je u svom Pregovaračkom stajalištu za poglavlje 15. (CONF-HR 21/07) postavila zahtjev za prijelaznim razdobljem za potpunu primjenu Direktive Vijeća 2006/67/EZ od 24. srpnja 2006. o uvođenju obveze za države članice EEZ-a o održavanju minimalnih zaliha sirove nafte i/ili naftnih derivata do 31. srpnja 2012. godine.
- **EK predlaže prihvatanje ovog zahtjeva**

Zajedničko stajalište EU

- EK ocjenjuje daje RH sveukupno dobro napredovala u usklađivanju s *acquis-om u području energetike*.
- **Sigurnost opskrbe**
- EU je uzela u obzir da u RH postoji potrebno zakonodavstvo vezano za uvanje minimalnih zaliha sirove nafte i/ili naftnih derivata kao i postojanje Hrvatske agencije za obvezne zalihe nafte i naftnih derivata (**HANDA**) te da će se proces povećanja fizikalnih zaliha sirove nafte nastaviti u skladu sa zahtjevima do 31. srpnja 2012.g.
- EU je također uzela na znanje da je **Akcijski plan RH** usklađen s određenim zahtjevima u *acquis-om do kraja zatraženog prijelaznog razdoblja uključujući administrativne kapacitete za upravljanje navedenim zalihama*.
- EU također smatra da je **izračun vezan za hrvatske zalihe nafte i/ili naftnih derivata usklađen s metodama izračuna i kategorijama proizvoda definiranih *acquis-om***.

Zajedničko stajalište EU

- EU je pozvala da se obrati pažnja na **novu usvojenu pravnu stečevinu** vezanu za unutrašnje energetsko tržište elektrine energije te pozdravlja hrvatsku potvrdu da će osigurati **daljnje usklađivanje svoga zakonodavstva sa slijedećim zakonima:**
 - Direktiva 2009/72/EZ EP i EV od 13. srpnja 2009.g. vezana za zajednička pravila za unutarnje tržište električne energije koja ukida Direktivu 2003/54/EZ;
 - Uredba (EZ) br. 714/2009 EP i EV od 13. srpnja 2009.g. vezana za pristup mreži za prekograničnu razmjenu električne energije koja ukida Uredbu (EZ) br. 1228/2003;
 - Direktivu 2009/73/EZ EP i EV od 13. srpnja 2009.g. vezanu za zajednička pravila za unutarnje tržište prirodnog plina koja ukida Direktivu 2003/55/EZ;
 - Uredba (EZ) br. 715/2009 EP i EV od 13. srpnja 2009.g. o uvjetima pristupa plinskom transportnom sustavu koja ukida Direktivu br. 1775/2005;
 - Uredba (EZ) br. 713/2009 EP i EV od 13. srpnja 2009.g. vezana za osnivanje Agencije za suradnju energetskih regulatora (**ACER**-Agency for the Cooperation of Energy Regulators).

Zajedničko stajalište EU

- **Nuklearna energija, uključujući nuklearnu sigurnost i zaštitu od zračenja**
 - EU je uzela u obzir da u skladu sa Zajedničkom konvencijom o sigurnosti zbrinjavanja istrošenog goriva i sigurnosti zbrinjavanja radioaktivnog otpada **RH bavi pitanjima financiranja razgradnje i zbrinjavanja radioaktivnog otpada NE Krško.**
 - Nadalje EU je uzela u obzir da je RH u srpnju 2009.g. **usvojila Strategiju o zbrinjavanja radioaktivnog otpada i istrošenog goriva.**

Zajedničko stajalište EU

- Zaključno: Na kaju Nacrta revidiranog zajedničkog stajališta, zaključuje se kako, imajući u vidu da su **mjerila za zatvaranje ispunjena u ovom trenutku više nisu potrebni daljnji pregovori u ovom Poglavlju.**
- Praćenje napretka u usklađivanju i primjeni pravne stečevine nastavit će se tijekom pregovora, te se naglašava da će se **s posebnom pažnjom pratiti sva specifična pitanja vezana za jačanje administrativnih kapaciteta** posebice kapaciteta koji trebaju osigurati **povećanje udjela obnovljivih izvora na 20% do 2020.g.**
- Navodi se i kako povezanost ovog poglavlja s ostalim poglavljima pregovora zaslužuje osobitu pozornost.
- **Konačna ocjena usklađenosti hrvatskog zakonodavstva s pravnom stečevinom i kapacitet primjene bit će mogući tek u kasnije fazi pregovora.**
- **EU poziva RH da i dalje redovito dostavlja pisane informacije Vijeću za stabilizaciju i pridruživanje kao i informacije o napretku u primjeni pravne stečevine.**
- Uzimajući u obzir gore navedena razmatranja **EK navodi kako će EU ponovo razmotriti ovo poglavlje u slučaju potrebe.**
- Zaključno, iznosi se podsjećanje kako od 15. lipnja 2009.g. može doći do izmjena i dopuna pravne stečevine.

Rasprava u RS u Vijeću EU o zatvaranju poglavlja

- **U rujnu 2009.** konačno počinje rasprava u RS u Vijeću EU oko zatvaranja s ciljem da se brzo završi, ali nakon početne intezivne komunikacije s EK radi dodatnih pojašnjenja tj. odgovaranja EK na pitanja zemalja članica, došlo je zastoja i čekanja te tek u zadnji čas u **četvrtak 26. studenog** došlo je do dogovora oko zatvaranja.
- **KONAČNO PRIVREMENO ZATVARANJE POGLAVLJA 15 ENERGETIKA 27. STUDENOG 2009.**

Privremeno zatvaranje

- Nakon više od 3,5 godine (odnosno točno **1261 dan**) od početka pravih pregovora tj. prvog screeninga konačno je **privremeno zatvoreno** 15. poglavlje pregovora.
- U **pregovorima** formalno direktno je sudjelovalo oko **75 ljudi**, a indireknto je pomagalo sigurno još toliko što znači da su prekovori uključili oko **130-150 ljudi**.
- U **pregovore** je bilo uključeno i **25 državnih institucija i tvrtki**.

DALJNJE OBVEZE

IZVJEŠĆE O ISPUNJAVANJU OBVEZA IZ POGLAVLJA 15. ENERGETIKA RH

- Izvješće RH za razdoblje od 21. travnja 2008. godine (formalno otvaranje pregovora o poglavlju 15. Energetika) do srpnja 2009. godine:**

**U dalnjem usklađivanju svog zakonodavstva, Hrvatska
će uzeti u obzir nedavno usuglašenu i/ili usvojenu novu
pravnu stečevinu EU na područjima unutarnjeg tržišta
električnom energijom i plinom, obnovljivih izvora
energije, obveznih zaliha nafte i nuklearne
sigurnosti.**

Zajedničko stajalište EU

EU je pozvala da se obrati pažnja na **novu usvojenu pravnu stečevinu** vezanu za unutrašnje energetsko tržište elektrine energije te pozdravlja hrvatsku potvrdu da će osigurati **daljnje usklađivanje** svoga zakonodavstva

New Gas/Electricity Directive/Regulation

- In **14 Months (01/03/2011)** the new Gas/Electricity Directive/Regulation will come into force ([OJ L 211, 14 August 2009](#)):
 - Regulation (EC) **No 713/2009** of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 establishing an Agency for the Cooperation of Energy Regulators
 - Regulation (EC) **No 714/2009** of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 on conditions for access to the network for cross-border exchanges in electricity and repealing Regulation (EC) No 1228/2003
 - Regulation (EC) **No 715/2009** of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 on conditions for access to the natural gas transmission networks and repealing Regulation (EC) No 1775/2005
 - Directive **2009/72/EC** of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC
 - Directive **2009/73/EC** of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in natural gas and repealing Directive 2003/55/EC

Pravno uređenje elektroenergetskog sektora u EU - NOVO

- Treći paketa liberalizacije tržišta od 13.07.2009.
čine:
 - Direktiva 2009/72/EC o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije
 - Direktiva 2009/73/EC o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište prirodnim plinom
 - Uredba 2009/713/EC o osnivanju Agencije za suradnju organa energetskog nadzora
 - Uredba 2009/714/EC o uvjetima pristupa mreži za prekogranične razmjene električne energije
 - Uredba 2009/715/EC o uvjetima pristupa mrežama za transport prirodnog plina

Energetsko zakonodavstvo EU

SEKTOR ENERGETIKE

- Velike promjene u zadnjih 10-15 godina
- Reregulacija – liberalizacija tržišta
 - Monopolna djelatnost
 - prirodni monopol (ostaje prijenos i distribucija)
 - postaju regulirane djelatnosti
 - Tržišne djelatnosti (**proizvodnja i opskba**)
 - Međunarodna konkurenca
- Restrukturiranje
- *Privatizacija*

Počeci

- Konkurenčija izvora električne energije počinje u Čileu krajem sedamdesetih i u SAD osamdesetih godina
- Europa – počinje u V. Britaniji, zajedno s privatizacijom nacionalne elektroprivrede 1988.
- Politička odluka EU Direktiva 96/92/EC (1996. god.) s ciljem poboljšanja efikasnosti europskog elektroenergetskog sustava - **PRVI ENERGETSKI PAKET EU**

Pravno uređenje elektroenergetskog sektora u EU

- **2. ENERGETSKI PAKET EU**
 - Direktivom 2003/54/EC od **26.06.2003.** uz Uredbu 2003/1228/EC napravljen je daljnji iskorak u uspostavi zajedničkog tržišta postavljanjem ključnih pravila u slijedećim područjima:
 - modeli izgradnje proizvodnih objekata **autorizacijom i natječajem**
 - uspostava javno objavljenih nediskriminirajućih prijenosnih i distribucijskih tarifa – uz pravilo pristupa treće strane
 - **zaštita malih i ranjivih kupaca**
 - **razvidno razdvajanje djelatnosti**
 - **otvaranje tržište**

Pravno uređenje elektroenergetskog sektora u EU

- **2. PAKET**
 - Potpuno otvaranje tržišta (= maloprodaja)
 - **Reguliran PTS** (pristup treće strane);
 - **Neovisna Nacionalna regulatorna agencija** (NRA) u svakoj državi (HERA u RH);
 - Zajednička regulacija pristupa interkonekciji (uključujući upravljanje zagušenjem, pravila uravnoteženja, tarife tranzita)

Pravno uređenje elektroenergetskog sektora u RH

- Potpuno transponiran (usuglašeno zakonodavstvo) s **2. ENERGETSKIM PAKETOM EU**
- Tržište formalno potpuno otvoreno za sve kupce (mogu birati opskrbljivača)
- Izvršeno pravno, upravljačko i finansijsko razdvajanje djelatnosti u HEP-u (unbundling)
- U tijeku priprema za transponiranje tzv. **Trećeg paketa liberalizacije tržišta od 13.07.2009.** - rok 1. ožujak 2011.

Što je to 3. paket?

Temeljne odrednice 3. paketa

- Učinkovito razdvajanje prijenosnih sustava i operatora prijenosnih sustava
 - Tri opcije: vlasničko razdvajanje, ISO, ITO
- Osnivanje Regulatorne Agencije Europske Unije
 - Koordinacija nacionalnih regulatora, savjetuje komisiju
- Institucionalizirana suradnja mrežnih operatora (**ENTSO**)
 - Razvoj harmoniziranih mrežnih pravila
- Snažne i proširene ovlasti za nacionalne regulatore
 - Nadzor, **istraživanja**, provođenje
- Ostalo:
 - Razvidnost
 - **Razvoj maloprodajnog tržišta i zaštita potrošača**
 - Klauzula vezana uz “treće zemlje”
 - **Stvaranje ravnopravnih uvjeta poslovanja za sve energetske subjekte osnovane u Zajednici**

Djelotvorno razdvajanje

- Osim “**vlasničkog razdvajanja (TSO)**” i “**nezavisnog operatora sustava (ISO)**” kompromis oko treće opcije:
 - Nezavisni operator prijenosa - “**Independent Transmission Operator (ITO)**”
- **Nezavisnost « ITO »**
 - Nezavisno poslovodstvo – posebna pravila za članove,
 - Nadzorni odbor – posebna pravila za članove,
 - Regulatorni nadzor

Direktiva 72 - Razdvajanje prijenosnih sustava i operatora prijenosnih sustava

- “svaki subjekt koji je vlasnik prijenosnog sustava djeluje kao operator prijenosnog sustava” uz ispunjenje niza **odredbi o funkcionalno-upravljačkom razdvajanju**
- subjekt mora biti prethodno **certificiran** po propisanoj proceduri (članak 10.) o čemu regulator obavještava Komisiju
- Komisija preispituje postupak certifikacije pri čemu može tražiti mišljenje Regulatorne Agencije EU i dostavlja mišljenje regulatoru
- tek nakon toga **nacionalni regulator donosi konačnu odluku** o certifikaciji maksimalno uvažavajući mišljenje Komisije

Direktiva 72

Nacionalna Regulatorna Agencija

- Neovisna od vlade
- Mora biti zasebno pravno i funkcionalno tijelo
- Potrebna proračunska autonomija i da ima **odgovarajuće ljudske i financijske resurse** za obavljanje svojih dužnosti
- Mandat za suradnju na Europskoj razini
- **Pojačanje zakonodavnih obveza i pravne snage**
- **Imenovanje vijećnika na 5-7 godina uz jedno ponavljanje**

Regulatorna Agencija EU (ACER)

- Dopunjuje i **koordinira rad nacionalnih regulatornih** agencija
- Ovlaštena za pojedinačne odluke vezane za specifične **probleme prekograničnih kapaciteta** (npr. Oslobađanje PTS za nove interkonektore ako nema dogovora nacionalnih regulatornih agencija)
- **Ključni alat: usvajanje “neobvezujućih okvirnih smjernica”** za izradu mrežnih pravila
- **Savjetuje za mnogobrojne teme** (npr. Mrežna pravila, certifikacija OPS-ova, 10 godišnjih razvojnih planova OPS-ova)
- **Nadzire i ocjenjuje rad EU OPS-ova u kooperaciji i implementaciji mrežnih pravila**
- Cilj je da Agencija bude **operativna u 2011. godini**

Organizacija ACER-a

- **Administrativna odbor**
 - Jedinstveni sastav: **9 članova, 5 nominira Vijeće, 2 nominira Europski Parlament i 2 nominira Komisija**
 - Odgovorna za upravljanje ACER-a (proračun, formalnosti imenovanja, program rada ...)
- **Odbor regulatora (BoR)**
 - **Sastoji se predstavnika iz nacionalnih regulatora**
 - BoR odlučuje o važnim stvarima, daje smjernice direktoru
- **Direktor**
 - Upravlja i predstavlja ACER
- **Odbor za žalbe**

Maloprodajno tržište: općenito

- **Veća uloga za regulatore**
 - Implementacija i nadzor **zaštite potrošača** i funkcioniranja maloprodajnog tržišta
 - Izdaje obvezujuće odluke
 - Kažnjavanje
 - Pravo na istražni postupak
- **Mjere obrade žalbi i prigovora**
 - Jedna točka kontakta o pravima potrošača
 - *Ombudsman* - posrednik između potrošača i subjekata na tržištu
- **Zaštita potrošača**
 - Države članice definiraju “**osjetljivih kupaca**” koje se može odnositi na energetsko siromaštvo
 - Zabrana isključivanje u kritičnim vremenima

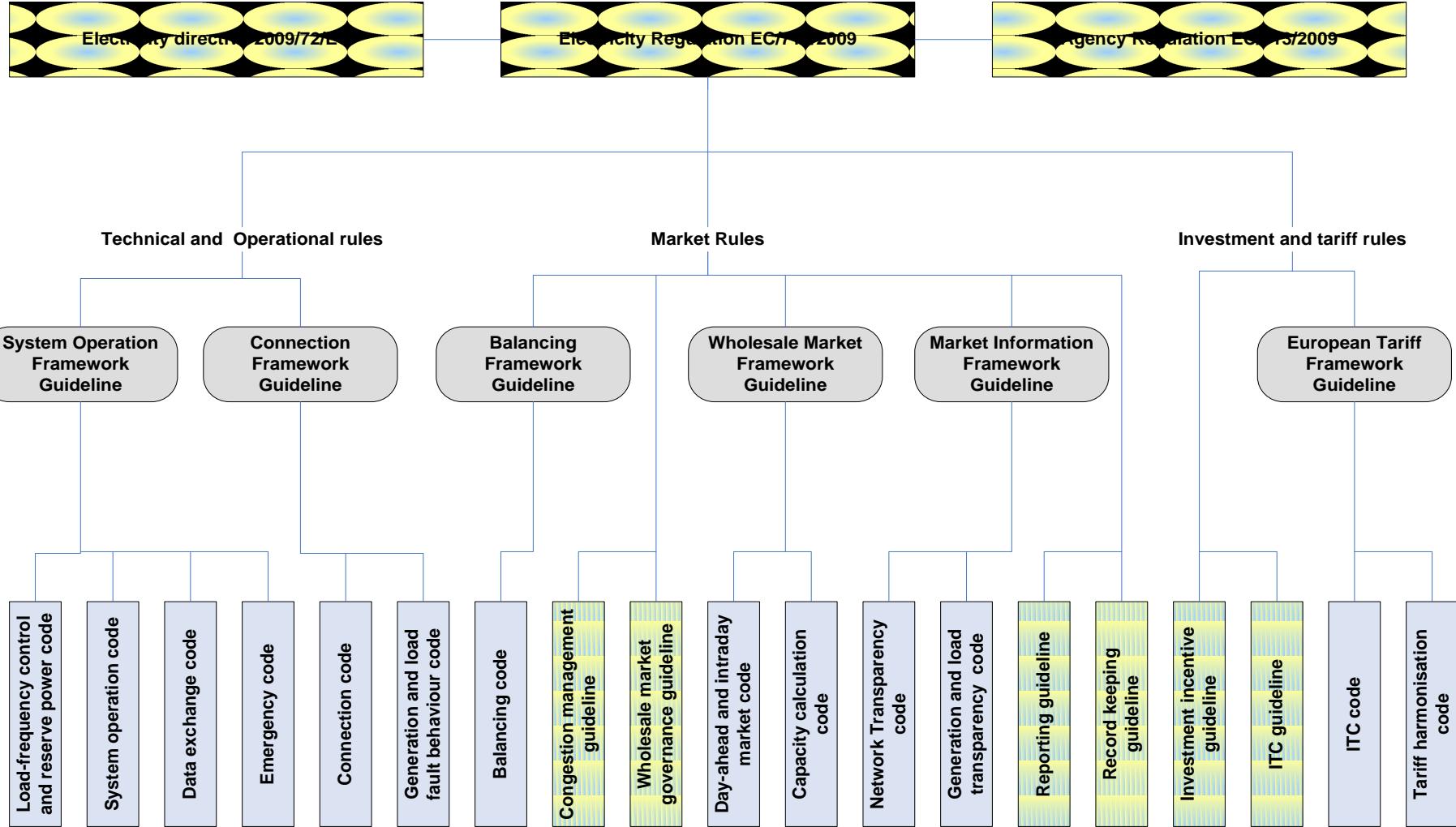
Direktiva 72 - Maloprodajno tržište i zaštita “osjetljivih” kupaca

- **uvodenje “smart” brojila** – implementacija ovisno o analizi isplativosti unutar 3 godine uz interoperabilnost mjernih sustava i priprema vremenskog plana za implementaciju
- **promjena opskrbljivača unutar 3 tjedna**
- **konačni obračun i zatvaranje računa kupca nakon 6 tjedana**
- opskrba svim kupcima od strane bilo kojeg/svih opskrbljivača u EU
- **jasno definiranje koncepta “osjetljivog kupca”**
- **pristup kupca do podataka o potrošnji**

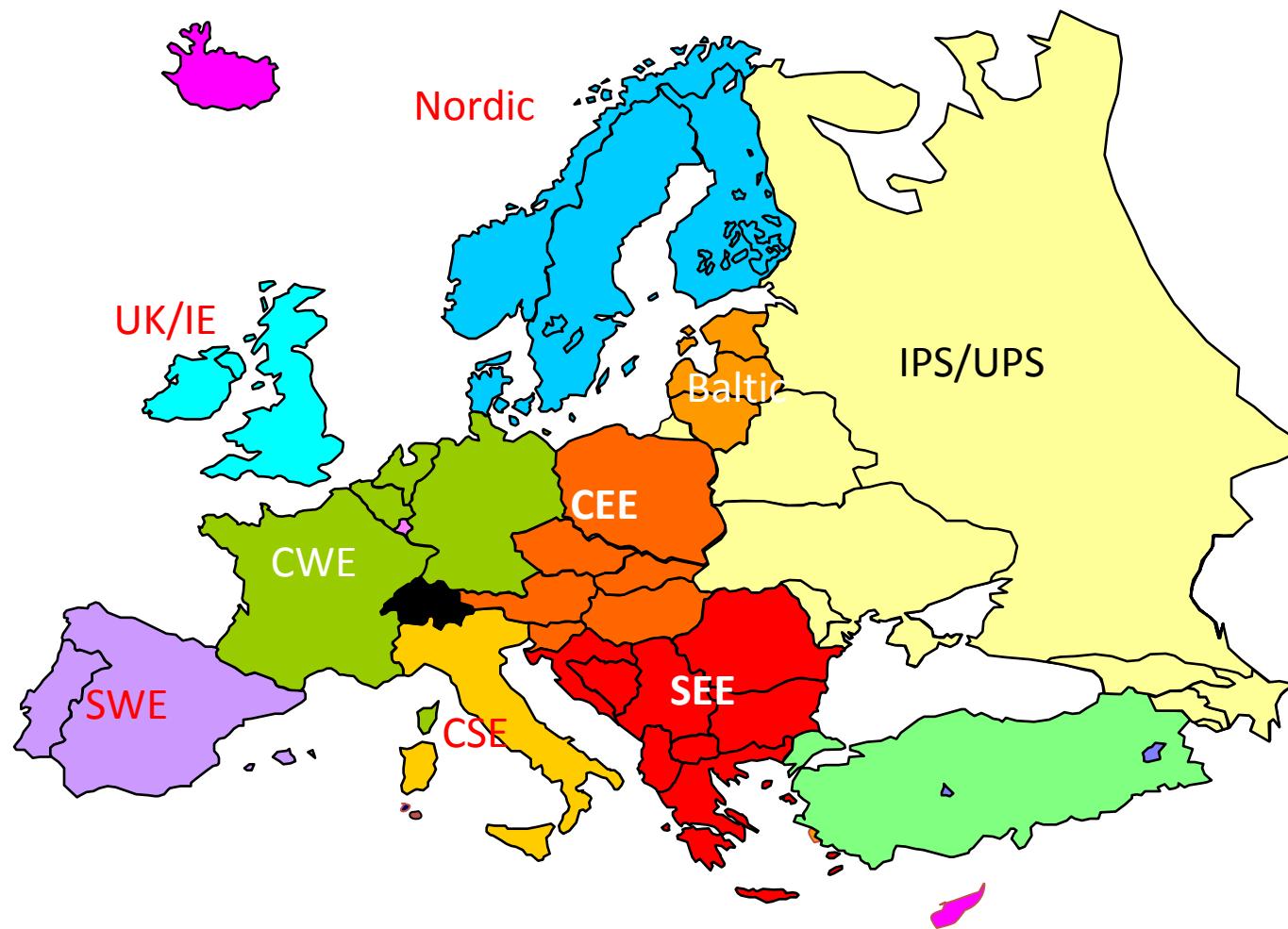
Važna uloga ODS

- “Smart” brojila
- “Smart” mreže

Europska pravila u elektroenergetici



Pristup regionalnih tržišta



ZAKLJUČAK

Usvajanje i implementacija

- 3. paket stupio na snagu 3. rujna 2009.
- 3. paket se primjenjuje od 3. ožujka 2011.
 - EU Agencija operativna
 - ENTSO postaje službeno tijelo
 - Vlasničko razdvajanje najkasnije do 3. ožujka 2012., neki aspekti u 2013.

Treći paket EU i RH

- **Transpozicija EU zakonodavstva u HR zakonodavstvo:**
 - Kreiranje novog zakonodavnog okvira (zakoni, provedbeni propisi td.) - MINGORP, HERA, HROTE...
 - *Izbor optimalne opcije za HEP Grupu!?!?*
- **Implementacija novog zakonodavnog okvira**

Zaštita okoliša – CO₂

Kyoto i post-Kyoto

- Pregovori o zahtjevu za povećanjem emisija u baznoj godini završeni su nakon **pet godina** na 12. zasjedanju Konferencije stranaka u **Nairobiju u studenom 2006.** godine.
- Usvojena je Odluka 7/CP.12 kojom se Republici Hrvatskoj priznaju specifične okolnosti u pogledu emisija stakleničkih plinova prije i nakon 1990. godine i dopušta povećanje visine emisije u baznoj godini za **dodatnih 3,5 mil. t CO₂ eq.**
- Sukladno odluci visina emisije stakleničkih plinova u baznoj godini za Republiku Hrvatsku jednaka je zbroju: **31,12 mil. t CO₂ eq + 3,5 mil. t CO₂ eq**, što **ukupno iznosi 34,62 mil. t CO₂ eq.**

Zaštita okoliša – CO₂

Kyoto i post-Kyoto

- Odluka Odbora UN-a za pridržavanje odredaba Kyotskog protokola od **24. studenoga 2009.**
 - Hrvatskoj se ne priznaje već odobreno povećanje kvota emisija CO₂,
 - Hrvatska najavila žalbu UN Konvenciji za zaštitu klime

Zaštita okoliša – CO₂

Kyoto i post-Kyoto

- **Odbor za pridržavanje odredaba Kyotskog protokola** nije prihvatio hrvatski prigovor na nalaz Stručnog tima, te je na sjednici 24. studenoga ove godine donio odluku da Hrvatska mora u svom izvješću izraditi novi izračun emisija, ne uzimajući u obzir povećanu kvotu emisija u svojoj baznoj godini.
- To znači da moramo **računati sa 3,5 miliona tona manjom početnom emisijom**, što praktički dovodi Hrvatsku u **opasnost da ne ispuni obvezu iz Protokola**, jer su emisije u Hrvatskoj **danas već na granici količina iz bazne godine.**

Sumarno stanje pregovora

- Trenutno **30 otvorenih poglavja i 18 zatvoreno.**
- *Europska pravna stečevina podijeljena je u 35 poglavlja, ali se pregovori vode u njih 33, jer u dva poglavlja - **Institucije i Ostala pitanja - nema zakonodavstva koje zemlja kandidatkinja treba preuzeti.***

Stupanje u punopravno članstvo

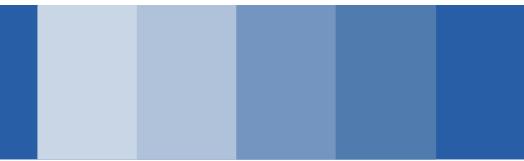
1. Kada se pregovori **privremeno zatvore u svim poglavljima**, Europsko vijeće u svojim zaključcima uobičajeno obilježava dovršetak pregovora s državom kandidatkinjom.
2. **Rezultati pregovora zatim se ugrađuju u odredbe nacrta Ugovora** o pristupanju, u čijoj izradi sudjeluju predstavnici država članica i institucija Europske unije te predstavnici države kandidatkinje.
3. Nakon postizanja dogovora između Europske unije i države kandidatkinje o tekstu nacrta **Ugovora o pristupanju** tekst se upućuje u odgovarajući postupak u institucijama i državama članicama Europske unije te državi kandidatkinji.
4. Na temelju nacrta Ugovora, a prije njegova potpisivanja, **Europska komisija** mora donijeti konačno mišljenje o zahtjevu za članstvo države kandidatkinje, **Europski parlament** dati suglasnost, a **Vijeće na kraju** donijeti **jednoglasnu odluku** o prihvaćanju nove države članice i njezina zahtjeva za članstvo.
5. Država kandidatkinja otada se smatra **državom pristupnicom**.

Stupanje u punopravno članstvo

6. Ugovor potpisuju najviši dužnosnici država članica EU i države pristupnice te se Ugovor upućuje u postupak potvrđivanja (ratifikacije) sukladno ustavnim odredbama svake od država potpisnica.
7. Nakon potpisivanja Ugovora o pristupanju država pristupnica počinje sudjelovati u radu tijela Vijeća Europske unije i Europskoga parlamenta kao aktivni promatrač.
8. Da bi Ugovor o pristupanju stupio na snagu, trebaju ga potvrditi (ratificirati) parlamenti država članica i države pristupnice. Prije potvrđivanja Ugovora o pristupanju većina država pristupnica provodi i referendum na kojem građani donose konačnu odluku o ulasku države u članstvo Europske unije.
9. Stupanjem na snagu Ugovora o pristupanju uobičajeno na utvrđeni datum, pod uvjetom da je dovršen proces ratifikacije, država pristupnica postaje članica Europske unije.

Poglavlja pregovora - status

- 1. Sloboda kretanja roba;
- 2. Sloboda kretanja radnika;
- 3. Pravo poslovnog nastana i sloboda pružanja usluga;
- 4. Sloboda kretanja kapitala;
- 5. Javne nabave;
- 6. Pravo trgovačkih društava;
- 7. Pravo intelektualnog vlasništva;
- 8. Tržišno natjecanje;
- 9. Financijske usluge;
- 10. Informacijsko društvo i mediji;
- 11. Poljoprivreda i ruralni razvitak;
- 12. Sigurnost hrane, veterinarstvo i fitosanitarni nadzor;
- 13. Ribarstvo;
- 14. Prometna politika;
- 15. Energetika;
- 16. Porezi;
- 17. Ekonomска и monetarna unija;
- 18. Statistika;
- 19. Socijalna politika i zapošljavanje;
- 20. Poduzetništvo i industrijska politika;
- 21. Trans-europske mreže;
- 22. Regionalna politika i koordinacija strukturnih instrumenata;
- 23. Pravosuđe i temeljna ljudska prava;
- 24. Pravda, sloboda i sigurnost;
- 25. Znanost i istraživanje;
- 26. Obrazovanje i kultura;
- 27. Okoliš;
- 28. Zaštita potrošača i zdravlja;
- 29. Carinska unija;
- 30. Vanjski odnosi;
- 31. Vanjska, sigurnosna i obrambena politika;
- 32. Financijski nadzor;
- 33. Financijske i proračunske odredbe;
- 34. Institucije;
- 35. Ostala pitanja.



Prof.dr.sc. Slavko Krajcar

INVESTIRANJE U PRIJENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE

Zašto investirati u prijenos?

- Prijenosna mreža utječe na tržište električne energije (zagušenja, gubitci)
- Ulaganje u izgradnju novih prijenosnih kapaciteta ili dogradnju postojećih povećava prijenosnu moć sustava \Rightarrow povećava se broj mogućih sudionika (proizvođača i potrošača) na tržištu \Rightarrow **povećanje konkurentnosti tržišta!**
- Troškovi investicija u prijenos su veliki i treba ih poduzimati ako mogu biti ekonomski opravdane
- Potrebna je optimizacija razvoja proizvodnih i prijenosnih kapaciteta \Rightarrow nužni su efikasni mehanizmi naplate mrežnih usluga!

Karakteristike prijenosa EE kao poslovne djelatnosti (1)

- Prijenos postoji samo zato što proizvodnja i potrošnja EE nisu locirane na istom mjestu
- Prijenos EE je prirodni monopol (regulirana djelatnost ⇒ regulator ograničava prihode vlasniku prijenosne mreže)
- Prijenos je kapitalno intenzivan posao
 - Osiguravanje sigurnosti sustava košta (skupa primarna oprema (vodovi, transformatori, sklopni aparati, itd.), i oprema za zaštitu, komunikaciju i upravljanje)
- Oprema prijenosnog sustava ima dug vijek trajanja (20-40 godina)
 - Uvjeti rada sustava se u međuvremenu mogu promijeniti

Karakteristike prijenosa EE kao poslovne djelatnosti (2)

- Investicije u prijenos su nepovratne
 - Oprema se ne može koristiti u druge svrhe i na drugim lokacijama
 - “stranded” *investicije*
- Oprema za prijenos je predefinirana
 - Mali “izbor” standardnih snaga i naponskih razina
- Ekonomija razmjera
 - Veliki fiksni troškovi \Rightarrow prosječni troškovi prijenosa opadaju s količinom prijenosa
- Trgovinski prijenos
 - Izgradnja vodova uzrokovana tržištem, a ne regulativom

Proširenje prijenosne mreže temeljeno na troškovima (eng. *cost-based transmission expansion*)

- Koncept:
 - Regulirana prijenosna kompanija prikuplja dovoljno prihoda da vrati investiciju plus dovoljnu stopu povrata da privuče investitore koji traže relativno sigurne investicije
- Temeljna pitanja:
 - Koliko prijenosnog kapaciteta treba izgraditi?
 - Kako raspodijeliti troškove prijenosa među korisnicima prijenosne mreže?

Određivanje potrebnog prijenosnog kapaciteta (1)

- Predviđanje potreba za prijenosnim kapacitetima temeljem demografskih i ekonomskih projekcija
- Priprema plana proširenja prijenosnih kapaciteta i predaja regulatoru
- Regulator pregledava plan i određuje koja postrojenja mogu biti izgrađena ili dograđena
- Prijenosna tvrtka gradi/dograđuje ta postrojenja
- Nakon izgradnje/dogradnje, prijenosna tvrtka vraća investiciju kroz naplatu naknade za korištenje prijenosne mreže svim korisnicima

Određivanje potrebnog prijenosnog kapaciteta (2)

- Previše novog prijenosnog kapaciteta
 - Korisnici mreže plaćaju za više kapaciteta negoli se doista koristi
 - Ako se primjeni princip stope povrata na investiciju, prijenosne tvrtke postaju sklone precjenjivanju kapaciteta tako da mogu ubirati više od korisnika mreže \Rightarrow zato se primjenjuje **princip povrata na temelju troškova investiranja**
- Premalo novog prijenosnog kapaciteta
 - Zagušenja u mreži smanjuju mogućnost trgovanja i povećava cijenu u jednim, a smanjuje cijenu u drugim područjima
- U svakom slučaju \Rightarrow gubitak društvenog blagostanja

Alokacija troškova prijenosa (1)

- **Metoda poštanske marke:**

- Naknada za korištenje mreže
- Ovisi o instaliranoj snazi za proizvođače, odnosno vršnoj potrošnji za potrošače
- Može biti i funkcija napomske razine na koju je proizvođač/potrošač priključen
- Kao i poštanska marka, ne ovisi o mjestu odakle energija dolazi ili kamo ide, bitno je samo da je unutar lokalne mreže
- Reflektira prosječno korištenje mreže, a ne specifičnih postrojenja
- Prednosti: jednostavna
- Nedostatci: ne reflektira stvarno korištenje mreže korisnika (neki korisnici u biti subvencioniraju druge); pokriva samo troškove korištenja lokalne prijenosne mreže

Alokacija troškova prijenosa (2)

- **Metoda ugovorenog puta:**

- Ugovorom se specificira predviđeni put kojim će električna energija ići od proizvođača do potrošača
- Plaća se naknada za prijenos proporcionalna količini prenesene snage
- Prednosti: plaća se korištenje samo određenog dijela mreže, jednostavna
- Nedostatci: Kirchhoff!!! \Rightarrow upitno je reflektira li doista troškove?!

Alokacija troškova prijenosa (3)

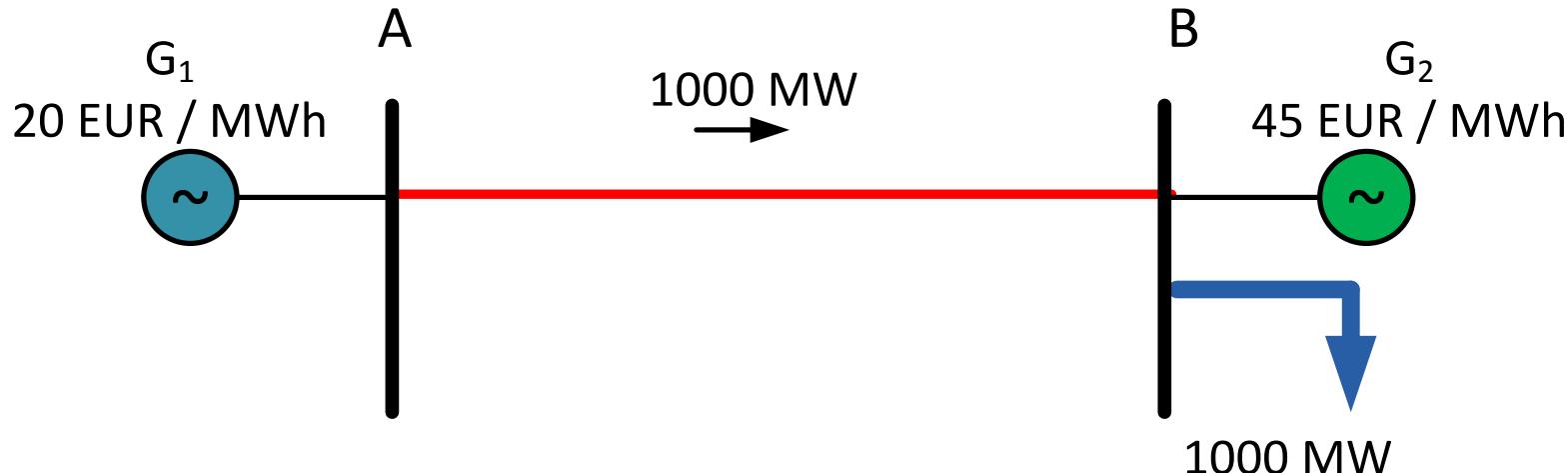
- **MW-km metoda:**
 - Izračunavaju se tokovi snaga kroz mrežu i određuju MW-km koje uzrokuje svaka transakcija
 - Taj se iznos potom množi s dogovorenim jediničnim troškom prijenosnog kapaciteta da se izračuna ukupna naknada koju treba platiti
- Zaključno: niti jedna od triju nabrojanih metoda nema ekonomsku utemeljenost
 - Temelje se na prosječnim, a ne na inkrementalnim troškovima mreže (vidi graničan trošak u proizvodnji)

Proširenje prijenosne mreže temeljeno na vrijednosti

(eng. *value-based transmission expansion*)

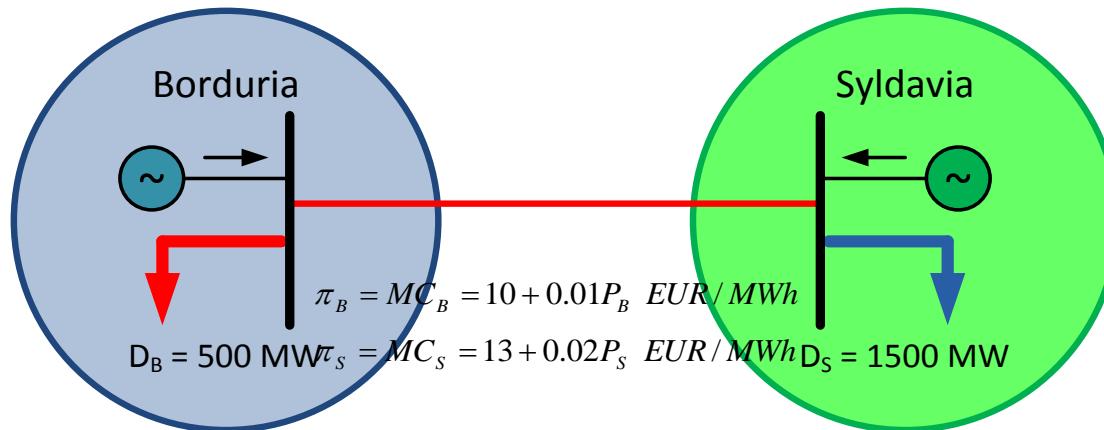
- Prijenos se može shvatiti kao konkurencija proizvodnji
 - Prijenos omogućava **udaljenim** proizvođačima da se natječu s **lokalnim**
- Vrijednost prijenosa se može odrediti temeljem razlike graničnih troškova ili cijena proizvodnje u mreži
- Ta se vrijednost potom koristi za određivanje cijene koju proizvođači i potrošači moraju platiti za korištenje mreže

Kvantificiranje vrijednosti prijenosa – primjer 1



- Svaki generator može sam zadovoljiti potrošnju od 1000 MW
- Potrošač na B može kupiti od G_2 po 45 €/MWh ili od G_1 po 20 €/MWh + troškovi prijenosa
- Vlasniku prijenosne mreže nije u interesu naplaćivati korištenje mreže više od 25 €/MWh
- Sa stajališta investiranja vod se gradi samo ako se može amortizirati naknadom manjom od 25 €/MWh
- Vrijednost prijenosa je funkcija kratkoročnih graničnih troškova proizvodnje
- Ako G_2 ne može dati 1000 MW \Rightarrow potrošačev Voll? (Voll = troškovi prijenosa?)

Kvantificiranje vrijednosti prijenosa – primjer 2



- Bez interkonekcije: $\pi_B=15 \text{ €/MWh}$; $\pi_S=43 \text{ €/MWh}$
 - Vrijednost prijenosa prvog MWh iz Bordurie u Syldaviju je **43-15=28 €/MWh**
- Interkonekcija ograničena na 400 MW: $\pi_B=19 \text{ €/MWh}$; $\pi_S=35 \text{ €/MWh}$
 - Vrijednost prijenosa sljedećih MWh iz Bordurie u Syldaviju je **35-19=16 €/MWh**
- Kada je interkonekcija 933.3 MW: $\pi_B=\pi_S=24.3 \text{ €/MWh}$
 - U tom slučaju granična vrijednost prijenosa jednaka je nuli

Funkcija potražnje prijenosa

- Funkcija daje vrijednost prijenosa u ovisnosti o snazi F prenesenoj između Bordurie i Syladavie:

$$\pi_T(F) = \pi_S(F) - \pi_B(F)$$

- Proizvodnja u B i S može biti izražena na sljedeći način:

$$\pi_B(F) = D_B + F$$

$$\pi_S(F) = D_S - F$$

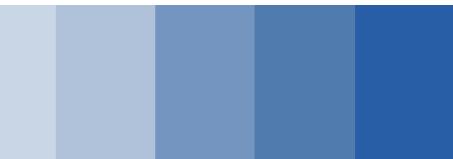
- Uz zadane funkcije za π_B i π_S dobiva se:

$$\pi_T(F) = 28 - 0.03F$$

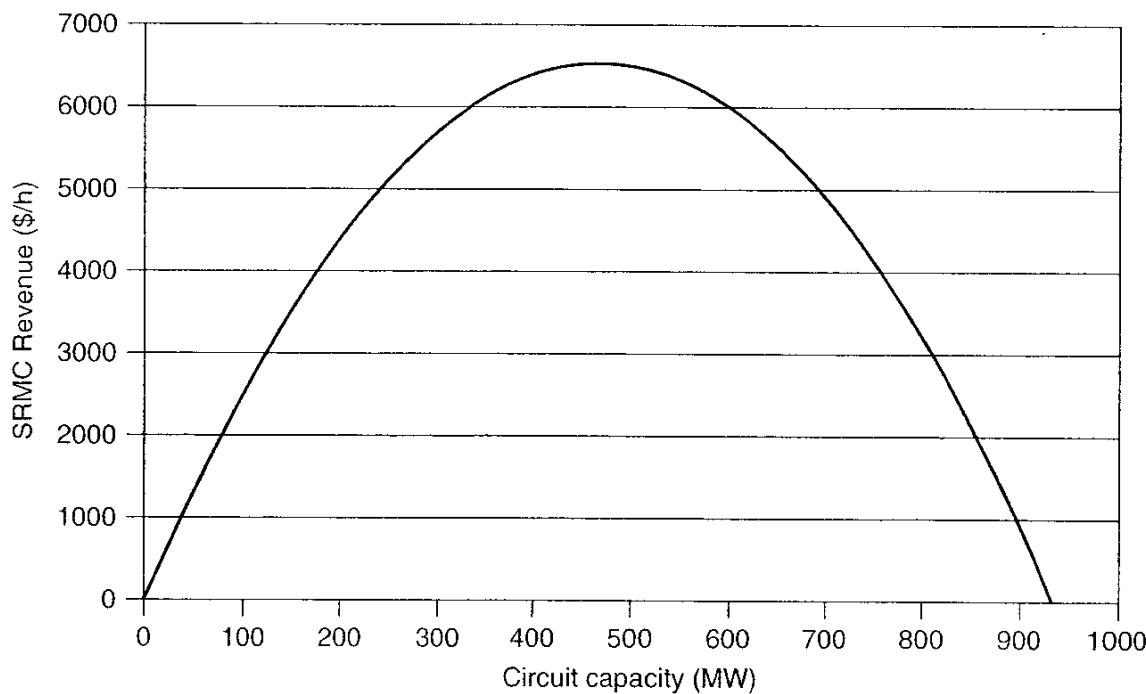
$$F(\pi_T) = 933.3 - 33.3\pi_T$$

- Prihod:

$$R(F) = \pi_T \cdot F = (28 - 0.03F) \cdot F$$



Ovisnost prihoda o raspoloživom kapacitetu mreže



Funkcija ponude prijenosa

- Troškovi izgradnje prijenosnog voda kapaciteta T:

$$C_T(T) = C_F + C_V(T)$$

- Prepostavljamo da je varijabilni trošak linearna funkcija od T:

$$C_V(T) = k \cdot l \cdot T$$

- l je duljina voda u km, a k anualizirani gr. trošak izgradnje 1km), dugoročni granični trošak (LRMC) je:

$$\frac{dC_T}{dT} = k \cdot l$$

- Satni LRMC (uz $\tau_0=8760$ h) izraženi u €/MWh:

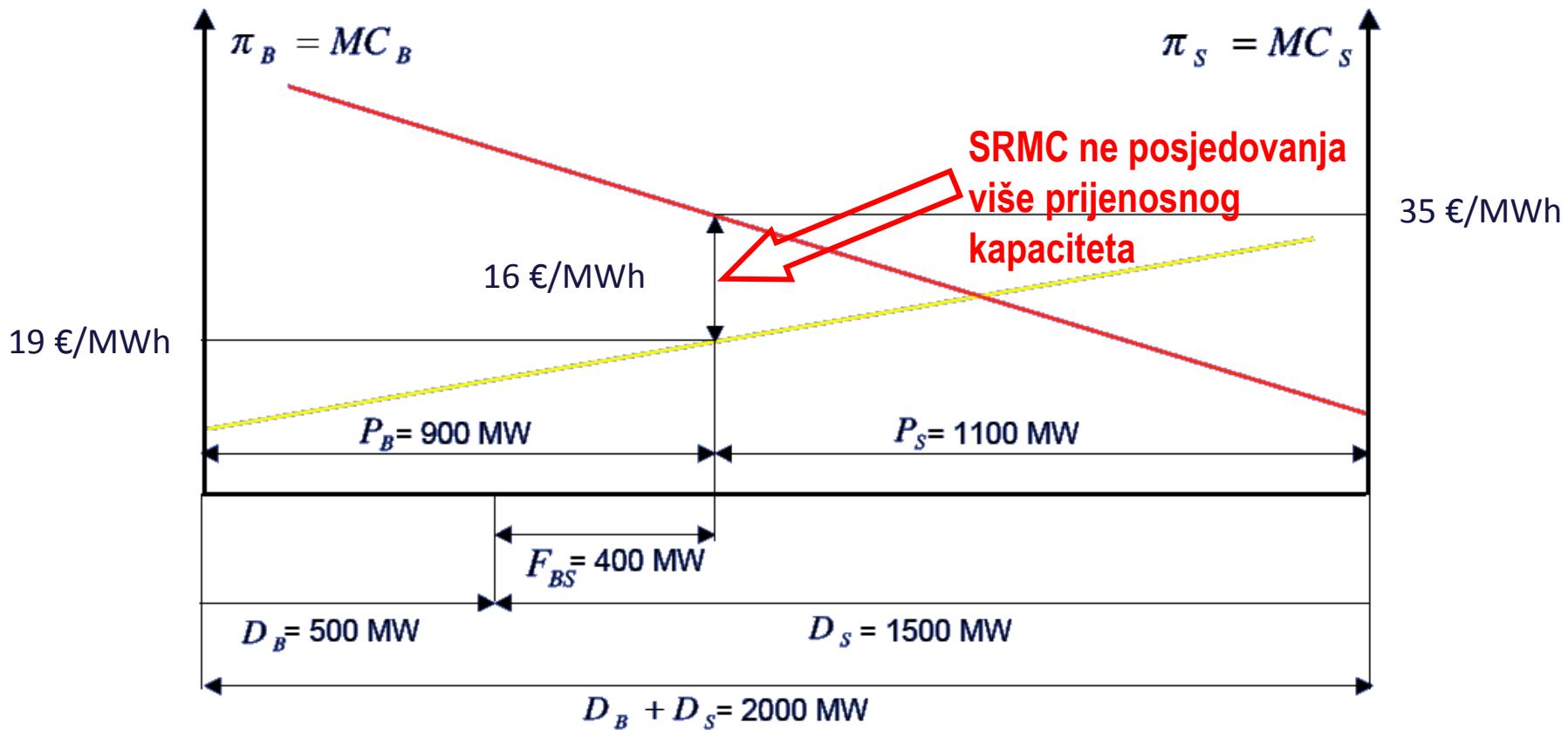
$$C_T(T) = \frac{k \cdot l}{\tau_0}$$

Optimalni prijenosni kapacitet (1)

- Uz pretpostavku $l=1000$ km i $k=35$ €/(MW·km ·god) satni LRMC je $c_T=4.00$ €/MWh
- Uz $F(\pi_T) = 933.3 - 33.3\pi_T$ optimalni kapacitet prijenosnog voda bit će jednak:

$$C^{OPT} = 800 \text{ MW}$$

Optimalni prijenosni kapacitet (2)



Uravnoteženje troškova ograničenja i troškova investiranja (1)

- Troškovi proizvodnje:

$$C_B = 10P_B + \frac{1}{2}0.01P_B^2 \text{ EUR/h}$$

$$C_S = 13P_S + \frac{1}{2}0.02P_S^2 \text{ EUR/h}$$

- Ako nema ograničenja, optimalni raspored proizvodnje, tok snage kroz interkonekcijski vod i ukupni troškovi proizvodnje:

$$P_B = 1433.3 \text{ MW}$$

$$P_S = 566.7 \text{ MW}$$

$$F = 933.33 \text{ MW}$$

$$C_B = 24605 \text{ EUR/h}$$

$$C_S = 10578 \text{ EUR/h}$$

$$C^U = C_B + C_S = 35183 \text{ EUR/h}$$

- C^U = eng.*merit order costs*

Uravnoteženje troškova ograničenja i troškova investiranja (2)

- Ako je prijenosni kapacitet ograničen na 800 MW:

$$P_B = 1300 \text{ MW}$$

$$P_S = 700 \text{ MW}$$

$$C_B = 21450 \text{ EUR/h}$$

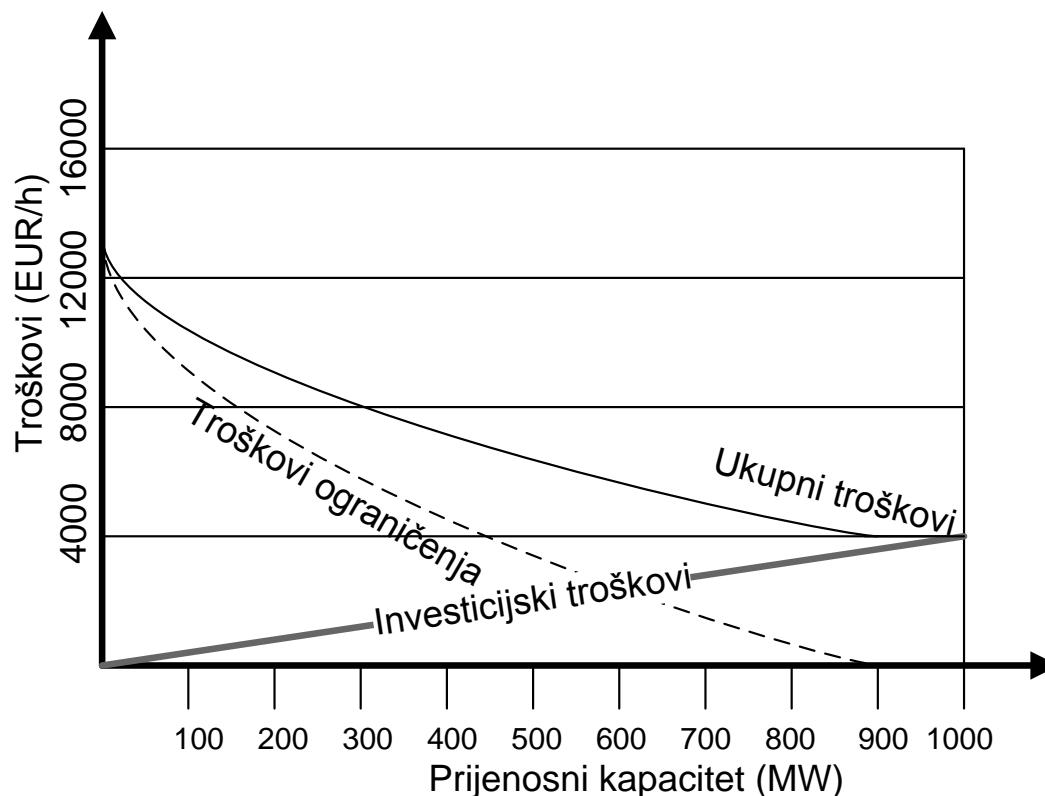
$$C_S = 14000 \text{ EUR/h}$$

$$C^C = 35450 \text{ EUR/h}$$

- Razlika ukupnih troškova s ograničenjem interkonekcije i bez ograničenja naziva se trošak ograničenja (eng. *cost of constraints, out-of-merit costs*)

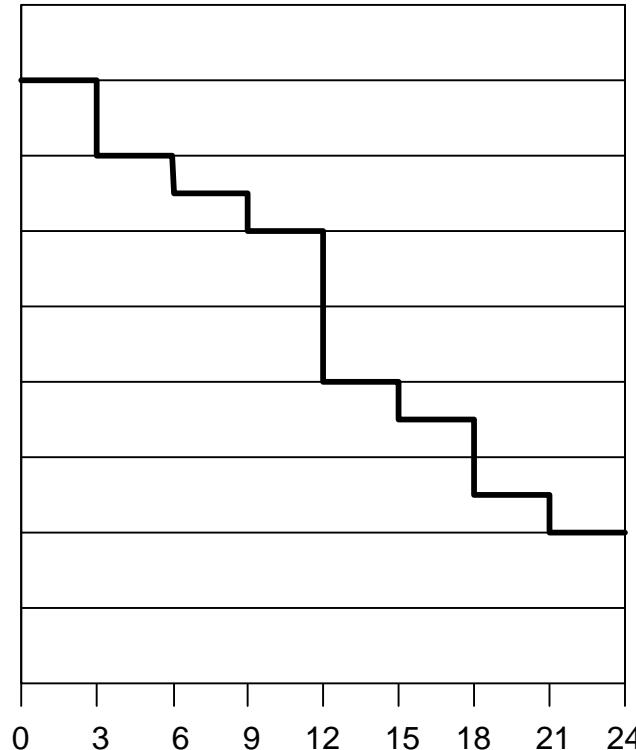
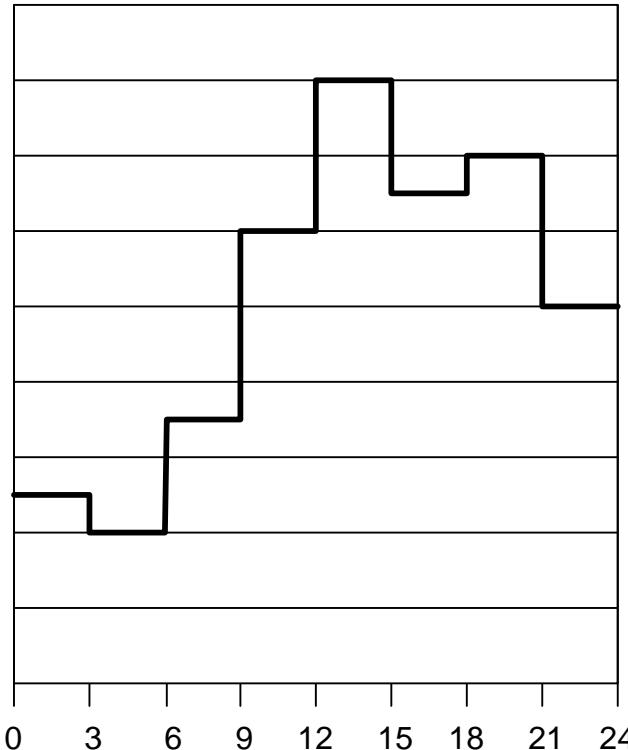
$$\Delta C = C^C - C^U = 267 \text{ EUR/h}$$

Uravnoteženje troškova ograničenja i troškova investicije (3)



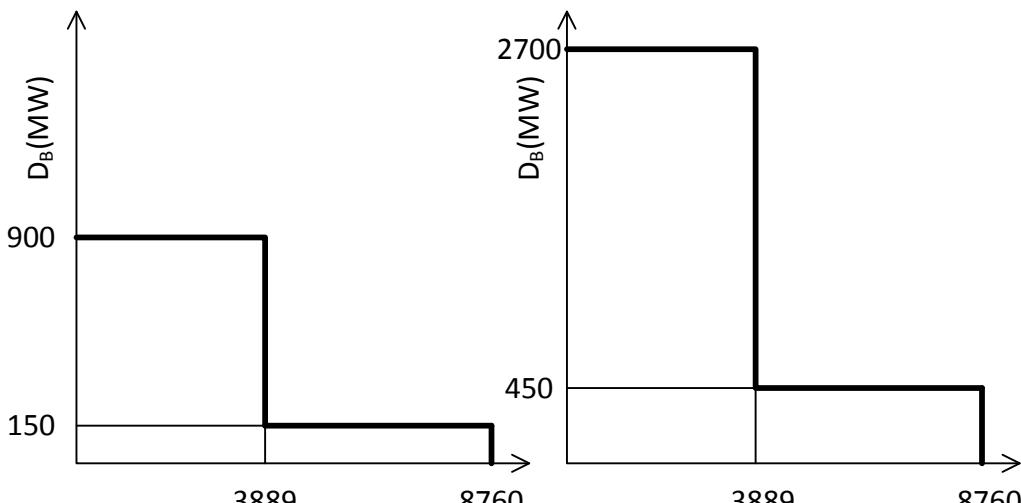
Utjecaj promjenjivog opterećenja

- Pretpostavka da je opterećenje u sustavu konstantno nije realistična \Rightarrow krivulja trajanja opterećenja



Utjecaj promjenjivog opterećenja – primjer 3 (1)

- Sustav Borduria-Syldavia



Opt. (MW)	Proizv. B (MW)	Proizv. S (MW)	Ukupni troškovi proizv (€/h)
600	500	100	7650
3600	2500	1100	82650

Utjecaj promjenjivog opterećenja – primjer 3 (2): izvan razdoblja vršnog opterećenja

Kapacitet prijenosnog voda (MW)	Proizv. u B (MW)	Proizv. u S (MW)	Ukupni troškovi proizv (€/h)	Troškovi ograničenja (€/h)
0	150	450	9488	1838
100	250	350	8588	938
200	350	250	7988	338
300	450	150	7688	38
350	500	100	7650	0
400	500	100	7650	0
450	500	100	7650	0
500	500	100	7650	0
600	500	100	7650	0
700	500	100	7650	0
800	500	100	7650	0
900	500	100	7650	0

Utjecaj promjenjivog opterećenja – primjer 3 (3): u razdoblju vršnog opterećenja

Kapacitet prijenosnog voda (MW)	Proizv. u B (MW)	Proizv. u S (MW)	Ukupni troškovi proizv (€/h)	Troškovi ograničenja (€/h)
0	900	2700	121050	38400
100	1000	2600	116400	33750
200	1100	2500	112050	29400
300	1200	2400	108000	25350
350	1250	2350	106088	23438
400	1300	2300	104250	21600
450	1350	2250	102488	19838
500	1400	2200	100800	18150
600	1500	2100	97650	15000
700	1600	2000	94800	12150
800	1700	1900	92250	9600
900	1800	1800	90000	7350

Utjecaj promjenjivog opterećenja – primjer 3 (4): troškovi prijenosa

Kapacitet prijenosnog voda (MW)	Godišnji troškovi ograničenja (k€/god)	Anualizirani investicijski troškovi (k€/god))	Ukupni godišnji troškovi prijenosa (k€/god)
0	158304	0	158304
100	135835	14000	149835
200	115993	28000	143993
300	98780	42000	140780
350	91159	49000	140159
400	84012	56000	140012
450	77157	63000	140157
500	70593	70000	140593
600	58342	84000	142342
700	47257	98000	145257
800	37339	112000	149339
900	28587	126000	154587

Povrat varijabilnih investicijskih troškova prijenosa

- **Izvan razdoblja vršnog opterećenja:**
 - B proizvodi 500 MW; S proizvodi 100 MW
 - Tok snage kroz interkonekcijski vod je 350 MW (opterećenje u B je 150 MW)
 - Granični troškovi proizvodnje jednaki su u B i S i iznose 15 €/MWh
 - SRMC prijenosa je 0
- **Tijekom razdoblja vršnog opterećenja:**
 - B proizvodi samo 1300 MW zbog ograničenja voda na 400 MW, a lokalno opterećenje je 900 MW; S proizvodi 2300 MW
 - Granični troškovi proizvodnje u B su 23 €/MWh i u S 59 €/MWh
 - SRMC prijenosa je (59-23) odn. 36 €/MWh
 - Satni višak zagušenja (*congestion surplus*) je $CS_{sat} = 400 + 36 = 14.400 \text{ €/h}$
 - Godišnji višak zagušenja je $CS_{god} = 14.400 * 3.889 = 56.000.000 \text{ €/god}$
 - Ovaj iznos je jednak anualiziranim investicijskim troškovima prijenosa $C_v(T)(k * I * T) = 140 * 1000 * 400 = 56.000.000 \text{ €/god}$

Povrat prihoda za suboptimalni prijenosni kapacitet (1)

- Za prijenosni kapacitet između Bordurije i Syladvije od 900 MW:
 - B proizvodi 1400 MW po cijeni 24 €/MWh, S proizvodi 600 MW po cijeni 25 €/MWh
 - SRMC prijenosnog kapaciteta pao je s **4 €/MWh** za kapacitet 800 MW na **1 €/MWh** za kapacitet 900 MW
 - Satni i godišnji viškovi zagušenja jednaki su
 - $CS_{sat} = 900 * 1 = 900 \text{ €/h}$ i $CS_{god} = 900 * 8760 = 7.884.000 \text{ €/god}$
 - Anualizirani investicijski troškovi
 - $C_V(T) = (k * I * T) = 35 * 1000 * 900 = 31.500.000 \text{ €/god}$
 - Prihod ostvaren zbog viška zagušenja manji je nego u slučaju optimalnog prijenosnog kapaciteta i **nije dovoljan** da podmiri troškove prevelikog kapaciteta

Povrat prihoda za suboptimalni prijenosni kapacitet (2)

- Za prijenosni kapacitet između Bordurije i Syladvije od 700 MW:
 - B proizvodi 1200 MW po cijeni 22 €/MWh, S proizvodi 800 MW po cijeni 29 €/MWh
 - SRMC prijenosnog kapacitet a sad je 7 €/MWh
 - Satni i godišnji viškovi zagušenja jednaki su:
 - $CS_{sat} = 700 * 7 = 4900 \text{ €/h}$ i $CS_{god} = 4900 * 8760 = 42.924.000 \text{ €/god}$
 - Anualizirani investicijski troškovi
 $C_V(T) = (k * I * T) = 35 * 1000 * 700 = 24.500.000 \text{ €/god}$
 - Prihod ostvaren zbog viška zagušenja veći je nego u slučaju optimalnog prijenosnog kapaciteta i **prelazi troškove investiranja** \Rightarrow **prijenosni kapacitet ispod optimalnog povećava prihode!**

Povrat prihoda za suboptimalni prijenosni kapacitet (3)

- Za prijenosni kapacitet između Bordurije i Syladvije od 500 MW uz promjenjivo opterećenje:
 - Izvan razdoblja vršnog opterećenja SRMC i prihodi prijenosa jednaki su 0
 - Tijekom razdoblja vršnog opterećenja
 - B proizvodi 1400 MW po cijeni 24 €/MWh, S proizvodi 2200 MW po cijeni 57 €/MWh
 - SRMC prijenosnog kapaciteta sad je 33 €/MWh (umjesto 36 €/MWh kao za kapacitet 400 MW)
 - Satni i godišnji viškovi zagušenja jednaki su
 - $CS_{sat} = 500 * 33 = 16.500 \text{ €/h}$ i $CS_{god} = 16.500 * 3889 = 64.168.500 \text{ €/god}$
 - Anualizirani investicijski troškovi
 $C_V(T) = (k * I * T) = 140 * 1000 * 500 = 70.000.000 \text{ €/god}$
 - Prihodi su veći nego za optimalni kapacitet, ali **nisu dovoljni** da pokriju investiciju u preveliki prijenosi kapacitet

Povrat prihoda za suboptimalni prijenosni kapacitet (4)

- Za prijenosni kapacitet između Bordurije i Syladvije od 300 MW uz promjenjivo opterećenje:
 - Izvan razdoblja vršnog opterećenja
 - B proizvodi 450 MW po cijeni 14.5 €/MWh, S proizvodi 150 MW po cijeni 16 €/MWh
 - SRMC prijenosnog kapaciteta sad je 1.5 €/MWh
 - Satni i godišnji viškovi zagušenja jednaki su $CS_{sat}=300*1.5=450 \text{ €/h}$ i $CS_{god}=450*4871=2.191.950 \text{ €/god}$
 - Tijekom razdoblja vršnog opterećenja
 - B proizvodi 1200 MW po cijeni 22 €/MWh, S proizvodi 2400 MW po cijeni 61 €/MWh
 - SRMC prijenosnog kapaciteta sad je 39 €/MWh
 - Satni i godišnji viškovi zagušenja jednaki su $CS_{sat}=300*39=11.700 \text{ €/h}$ i $CS_{god}=11.700*3389=47.693.250 \text{ €/god}$
 - Anualizirani investicijski troškovi
 $C_V(T)=(k*I*T)=140*1000*300=42.000.000 \text{ €/god}$
 - Prihodi su veći od investicijskih troškova \Rightarrow podoptimalni prijenosni kapacitet povećava prihode jer su zagušenja češća

Utjecaj ekonomije razmjera (1)

- Utjecaj fiksnih troškova investicija u prijenos (troškovi koji ne ovise o prijenosnom kapacitetu)
- Ukupni troškovi: $C_T(T) = C_F + C_V(T)$
- pretpostavimo da je C_F komponenta jednaka 20.000 €/km god
- U slučaju optimalnog kapaciteta (primjer 800 MW), prihodi od zagušenja pokrivaju C_V , ali ne i C_F
- **Rješenje: ograničiti prijenosni kapacitet na 650 MW**

Utjecaj ekonomije razmjera (2)

- Za prijenosni kapacitet između Bordurije i Syladvije od 650 MW uz stalno opterećenje:
 - B proizvodi 1150 MW po cijeni 21 €/MWh, S proizvodi 850 MW po cijeni 30 €/MWh
 - SRMC prijenosnog kapaciteta sad je 8.5 €/MWh (a ne 4 €/MWh kao za 800 MW)
 - Satni i godišnji viškovi zagušenja jednaki su
 - $CS_{sat} = 650 * 8.5 = 5.525 \text{ €/h}$ i
 - $CS_{god} = 5.525 * 8760 = 48.339.000 \text{ €/god}$
 - Anualizirani investicijski troškovi $C_T(T) = C_F + (k * I * T) = 20.000.000 + 35 * 1000 * 800 = 48.032.000 \text{ €/god}$
 - Povlačenje kapaciteta generira nešto više prihoda nego što su investicijski troškovi

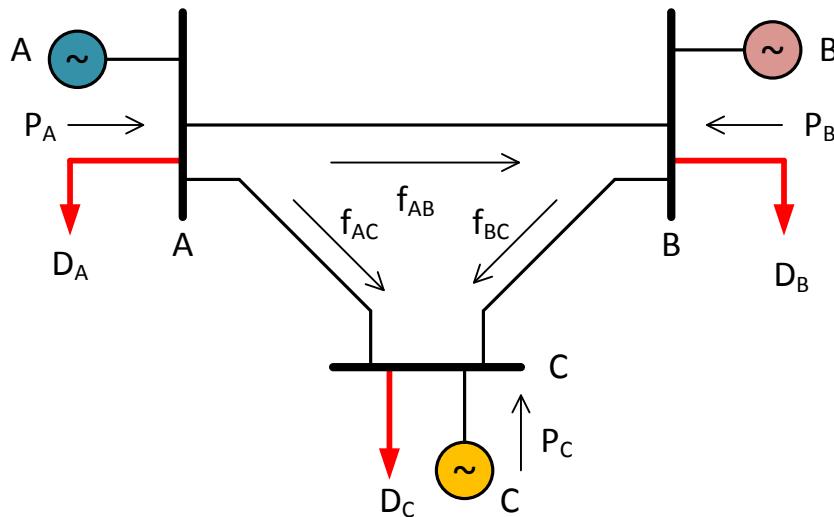
Utjecaj ekonomije razmjera (3)

Kapacitet prijenosnog voda (MW)	Godišnji troškovi ograničenja (k€/god)	Anualizirani fiksni investicijski troškovi (k€/god))	Anualizirani var. investicijski troškovi (k€/god))	Anualizirani investicijski troškovi (k€/god))	Ukupni godišnji troškovi prijenosa (k€/god)
0	158304	20000	0	20000	178304
100	135835	20000	14000	34000	169835
200	115993	20000	28000	48000	163993
300	98780	20000	42000	62000	160780
350	91159	20000	49000	69000	160159
400	84012	20000	56000	76000	160012
450	77157	20000	63000	83000	160157
500	70593	20000	70000	90000	160593
600	58342	20000	84000	104000	162342
700	47257	20000	98000	118000	165257
800	37339	20000	112000	132000	169339
900	28587	20000	126000	146000	174587

Utjecaj ekonomije razmjera (4)

Razdoblje izvan vršnog opterećenja						
Raspoloživ i kapacitet (MW)	Proizvodnja u Borduriji (MW)	Proizvodnja u Syladaviji (MW)	Gr. trošak u Broduriji (€/MWh)	Gr. trošak u Syladviji (€/MWh)	Satni višak (€/h)	Godišnji višak (€/god)
100	250	350	12.5	20	750	3.653.250
200	350	250	13.5	18	900	4.383.900
300	450	150	14.5	16	450	2.191.950
Razdoblje vršnog opterećenja						
100	1000	2600	20	65	4500	17.500.500
200	1100	2500	21	63	8400	32.667.600
300	1200	2400	22	61	11.700	45.501.300

Primjer sustava s tri sabirnice (1)



	Razdoblje 1	Razdoblje 2
Trajanje (h)	2190	6750
Opterećenje na A (MW)	0	0
Opterećenje na B (MW)	10.000	5.000
Opterećenje na C (MW)	2.500	10.000

Sabirnica	Kapacitet (MW)	Gr. Trošak (€/MWh)
A	5.000	0.003+2P _A
B	7.000	0.003+1.35P _B
C	8.000	0.003+1.75P _C

Primjer sustava s tri sabirnice (2)

- Određivanje kapaciteta prijenosnih vodova koji minimizira zbroj operativnih i investicijskih troškova ove mreže \Rightarrow optimizacijski problem
- Funkcija cilja:

$$\min_{T_{AB}, T_{AC}, T_{BC}} \left[\sum_{t=1}^{t=2} \frac{\tau_t}{\tau_0} \left(\sum_{i \in \{A, B, C\}} a_i P_{it} + \frac{1}{2} b_i P_{it}^2 \right) + \frac{k_{AB} \cdot l_{AB} \cdot T_{AB}}{\tau_0} + \frac{k_{AC} \cdot l_{AC} \cdot T_{AC}}{\tau_0} + \frac{k_{BC} \cdot l_{BC} \cdot T_{BC}}{\tau_0} \right]$$

- Pretpostavke: $k=50 \text{ €/(MW*km*god)}$; $l=600 \text{ km}$;
 $\tau_0=8760 \text{ h}$; $\tau_1=2190 \text{ h}$; $\tau_2=6570 \text{ h}$

Primjer sustava s tri sabirnice (3)

- Ograničenja K zakona:

Za period 1

$$f_{AB1} + f_{AC1} - P_{A1} + D_{A1} = 0$$

$$- f_{AB1} + f_{BC1} - P_{B1} + D_{B1} = 0$$

$$- f_{AC1} - f_{BC1} - P_{C1} + D_{C1} = 0$$

$$f_{AB1} + f_{AC1} - f_{BC1} = 0$$

Za period 2

$$f_{AB2} + f_{AC2} - P_{A2} + D_{A2} = 0$$

$$- f_{AB2} + f_{BC2} - P_{B2} + D_{B2} = 0$$

$$- f_{AC2} - f_{BC2} - P_{C2} + D_{C2} = 0$$

$$f_{AB2} + f_{AC2} - f_{BC2} = 0$$

- Ograničenje prijenosnog kapaciteta

$$f_{AB1}, f_{AB2} \leq T_{AB}$$

$$f_{AC1}, f_{AC2} \leq T_{AB}$$

$$f_{BC1}, f_{BC2} \leq T_{AB}$$

- Ograničenje generatora

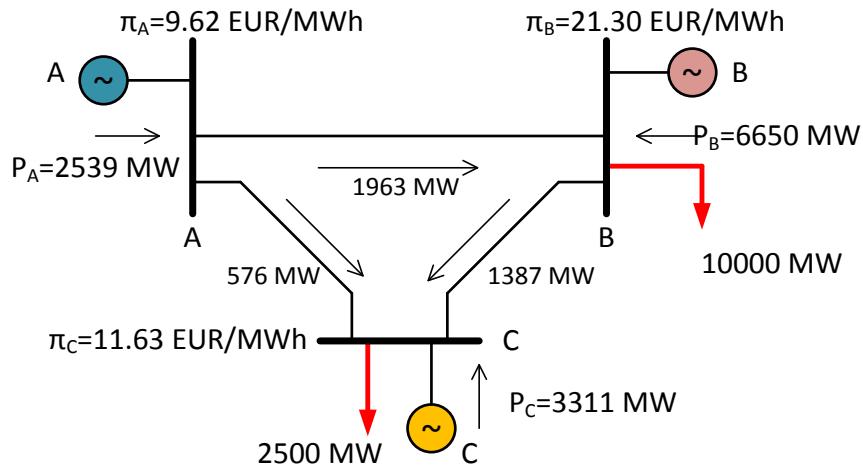
$$P_{A1} \leq P_A^{\max}; P_{A2} \leq P_A^{\max}$$

$$P_{B1} \leq P_B^{\max}; P_{B2} \leq P_B^{\max}$$

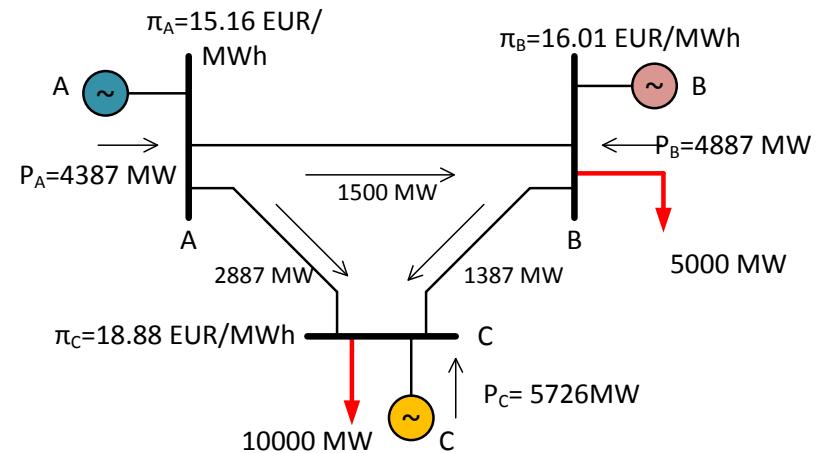
$$P_{C1} \leq P_C^{\max}; P_{C2} \leq P_C^{\max}$$

Primjer sustava s tri sabirnice – rezultati optimizacije (1)

Razdoblje 1



Razdoblje 2



Sabirnica	Razdoblje 1 (/€/0.25 h)	Razdoblje 2 (/€/0.75 h)	Troškovi za ekv.sat (/€/h)	Godišnji troškovi (€/god)
A	3.687	28233	31.920	279.619.200
B	18.827	31817	50.664	443.641.440
C	5.519	44184	49.703	435.398.280
Ukupno	28.033	104234	13.2267	1.158.658.920

Primjer sustava s tri sabirnice – rezultati optimizacije (2)

Grana	Tok u razdoblju 1 (MW)	Tok u razdoblju 2 (MW)	Optimalni kapacitet (MW)	Satni inv. troškovi (€/h)	Godišnji inv. troškovi (€/god)
A-B	1.963	1.500	.1963	6723	58.891.939
A-C	576	2.887	2.887	9887	86.612.631
B-C	-1.387	1.387	1.387	4.750	41.612.636
			Ukupno:	21.360	187.117.206

Primjer sustava s tri sabirnice – rezultati optimizacije (3)

Sabirnica	Čvorišna cijena		Prihodi		
	Razdoblje 1 (€/MWh)	Razdoblje 2 (€/MWh)	Razdoblje 1 (€/0.25 h)	Razdoblje 2 (€/0.75 h)	Satni ekvivalent (€/h)
A	9.62	15.16	-6105	-49885	-55990
B	21.30	16.01	17839	1356	19195
C	11.63	18.88	-2359	60514	58155
Ukupno			9375	11985	21360

Primjer sustava s tri sabirnice – rezultati optimizacije (4)

Grana	Razdoblje 1			Razdoblje 2			Ukupan prihod (€ /h)	Inv.i trošak (€ /h)
	Δcijena (€/MWh)	Tok (MW)	Prihod (€ /0,25 h)	Δcijena (€/MWh)	Tok (MW)	Prihod (€ /0,75 h)		
A-B	11.68	1963	5732	0.85	1500	956	6688	6723
A-C	2.01	576	289	3.72	2887	8055	8344	9887
B-C	-9.67	-1387	3353	2.86	1387	2975	6339	4750
Ukupno			9374			11986	21360	21360

Koncept referentne mreže

- Referentna mreža ima identičnu topologiju kao i stvarna mreža, ali prepostavlja optimalne prijenosne kapacitete
- Optimizacija se provodi za cijelu mrežu, a ne zasebno za pojedinačne vodove
- Služi za:
 - usporedbu sa stvarnim stanjem (sa stvarnim investicijskim troškovima i troškovima zagušenja)
 - identifikaciju potrebnih investicija u mrežu
 - ocjenu rada prijenosnih kompanija

Opća formulacija problema proširenja (1)

- Određivanje referentne mreže
- Funkcija cilja za optimizacijski problem:

$$\min_{P_{pg}, T_b} \left[\sum_{p=1}^{np} \tau_p \sum_{g=1}^{ng} C_g P_{pg} + \sum_{b=1}^{nl} k_b l_b T_b \right]$$

- I čitav niz ograničenja...

Opća formulacija problema proširenja (2)

- Ograničenja:

$$A_0 F_p^0 - P_p + D_p = 0$$

$$F_p^0 = H_0(P_p - D_p)$$

$$F_p^0 - T \leq 0$$

$$-F_p^0 - T \leq 0 \quad p = 1, np$$

$$A^c F_p^c - P_p + D_p = 0$$

$$F_p^c = H_0(P_p - D_p)$$

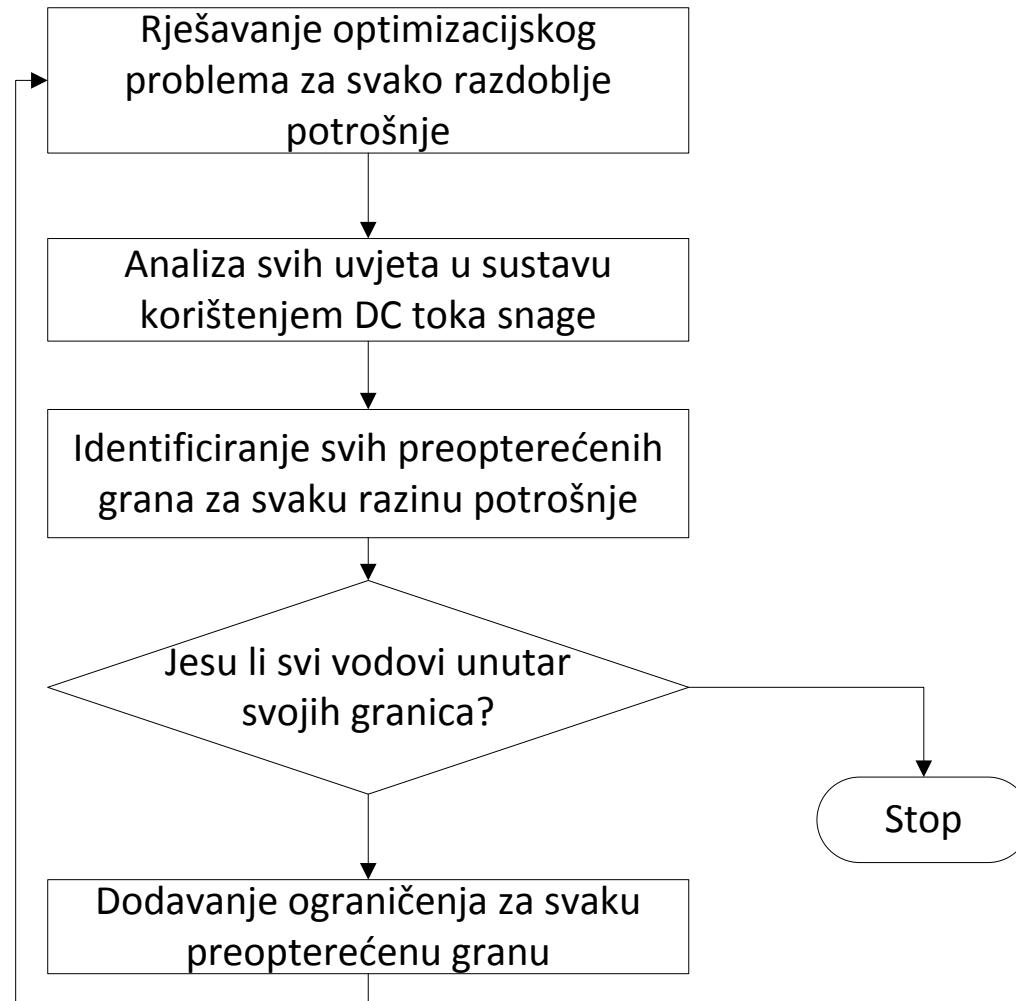
$$F_p^c - T \leq 0$$

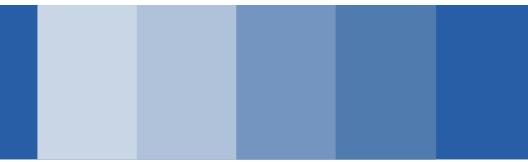
$$F_p^c - T \leq 0 \quad p = 1, np; c = 1, nc$$

$$P^{\min} \leq P_p \leq P^{\max} \quad p = 1, np$$

$$0 \leq T \leq \infty$$

Postupak optimizacije





ŠTO JOŠ OČEKIVATI NA ZAVRŠNOM ISPITU?

Za pročitati i riješiti zadatke – obvezno!

- Daniel S. Kirschen, Goran Strbac, **FUNDAMENTALS OF POWER SYSTEM ECONOMICS**, John Wiley & Sons Ltd, London 2005

poglavlje 8. - riješite sve zadatke, jednostavni su, a postupak rješavanja smo prošli kroz primjere na predavanju!



**HVALA NA POZORNOSTI
HVALA NA DRUŽENJU U A.G. 2009./10.**