

JEK2

Revizija 1

Okvirna ekonomika projekta JEK2

Povzetek
17. oktober 2024

Ekonomika projekta JEK2 je pripravljena na podlagi podatkov, ki so bili zbrani in prejeti do 17.10.2024.

Uporabljene predpostavke temeljijo na pridobljenih študijah, pridobljenih podatkih v procesu RfVI (Request For Vendor Information), javno dostopnih podatkih mednarodnih organizacij in na izkušnjah pri obratovanju z obstoječo jedrsko elektrarno NEK. Za uporabljene vhodne podatke je bil izdelan **neodvisni strokovni pregled vhodnih podatkov** ekonomske analize projekta JEK2. Prav tako je bila izdelana **recenzija ekonomskega modela** JEK2.

JEK2 je strateški infrastrukturni projekt Republike Slovenije. Opredeljeni so tudi ostali do sedaj znani **posredni in povezani stroški investicije**. Nekateri posredni in povezani stroški so vključeni v ekonomsko analizo JEK2 in so obravnavani kot del projekta JEK2 (transport velikih komponent, nadgradnja stikališča RTP Krško, prestavitve daljnovodov v okolici elektrarne, ...). Stroški ostalih nadgradenj elektroenergetskega sistema in zagotavljanja rezervnih zmogljivosti pa niso v tej fazi obravnavani kot del projekta JEK2.

V zapisu podajamo **stalne cene investicije (zapis: EUR₂₀₂₄)**. To so cene, ki veljajo takrat, ko se izdeluje investicijska dokumentacija, v konkretnem primeru se nanašajo na začetek leta 2024. Stalne cene v prihodnjih letih **izhajajo iz pričakovanih dejanskih cen, prilagojenih za inflacijo**, in se **v povprečju ne spreminjajo**. Stalne cene se pogosto uporabljajo pri dolgoročnih infrastrukturnih projektih, saj omogočajo bolj jasen prikaz relativnih trendov, ki so očiščeni inflacijskega učinka. Slednje je metodološko ustrezno, velja pa izpostaviti, da je pri metodi stalnih cen implicitna predpostavka, da je rast cen nevtralna za denarne pritoke in denarne odtok. Analize tveganj, povezanih s to predpostavko, v pričujoči analizi nismo zajeli in bo predmet nadaljnjih izračunov.

Na podlagi teh vhodnih podatkov je ocenjena investicijska vrednost gradnje preko noči za JEK2, brez stroškov financiranja.

JEK2	1.000 MW	1.250 MW	1.650 MW
Strošek JEK2 za standardni design	●————— 7.625 —————●		
Stroški specifike lokacije (dograditev stikališča, prestavitve EE vodov, plinovodov, cest, primarne infrastrukture, ureditev za čas gradnje, seizmična nadgradnja)	1.199	1.059	922
Ostali in nepredvideni stroški	●————— 763 —————●		
Skupna ocenjena investicijska vrednost osnovnih sredstev za gradnjo preko noči	9.587 EUR ₂₀₂₄ /kW	9.447 EUR ₂₀₂₄ /kW	9.310 EUR ₂₀₂₄ /kW

Tabela 1: Skupna ocenjena investicijska gradnje preko noči

Stroški specifike lokacije zajemajo:

- dograditev obstoječega stikališča NEK za potrebe JEK2 (110-kV in 400-kV naprave),
- priključitev JEK2 na elektroenergetski sistem,
- prestavitev 400-kV in 110-kV daljnovoda in plinovoda,
- prestavitev plinovoda,
- prestavitev cest in primarnih infrastrukturnih vodov,
- gradnja nove cestne infrastrukture,
- ureditev za čas gradnje,
- odkup zemljišč,
- nadgradnja dizajna zaradi specifičnih seizmičnih lastnosti lokacije.

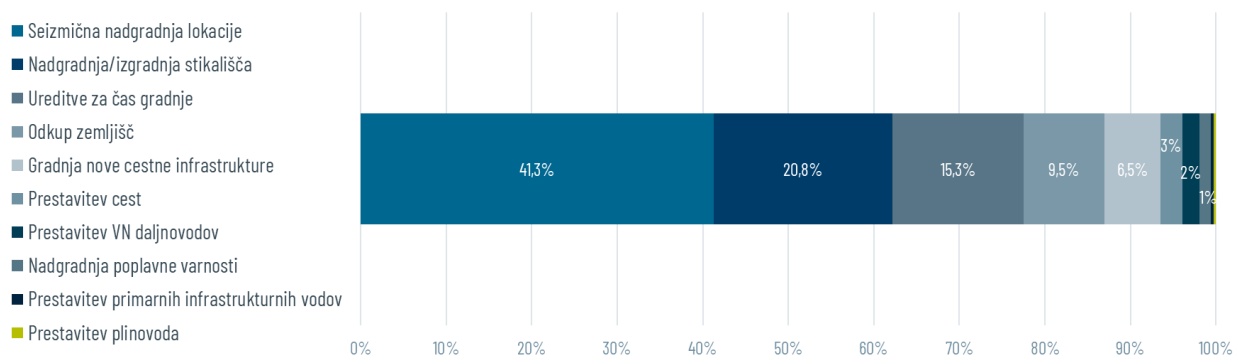
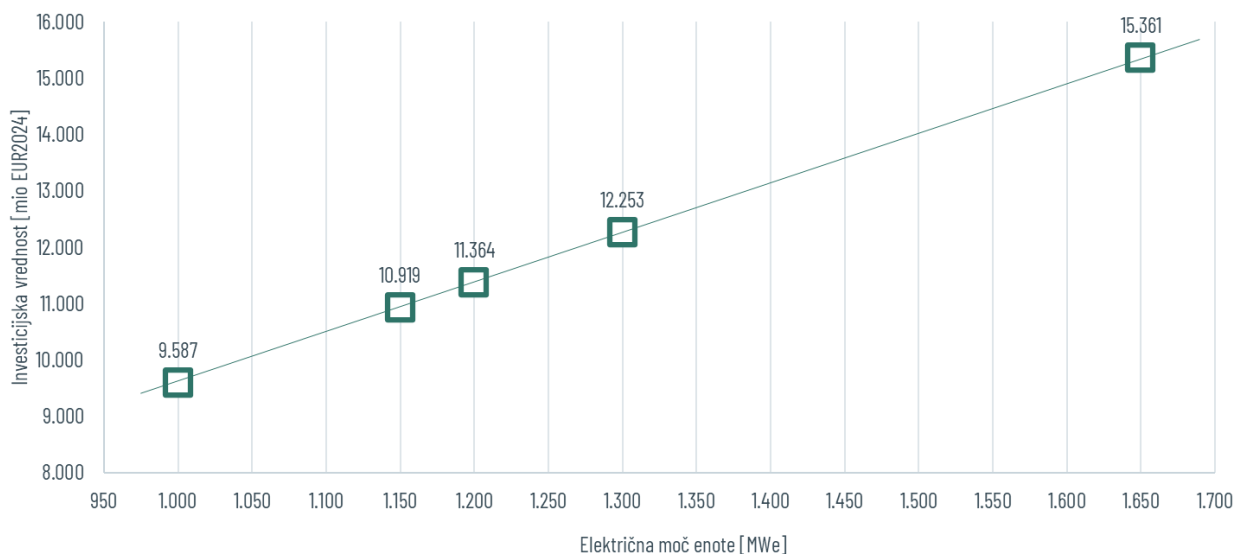


Tabela 2: Razrez stroškov specifikacije lokacije po posameznih postavkah

Ostali in nepredvideni stroški zajemajo:

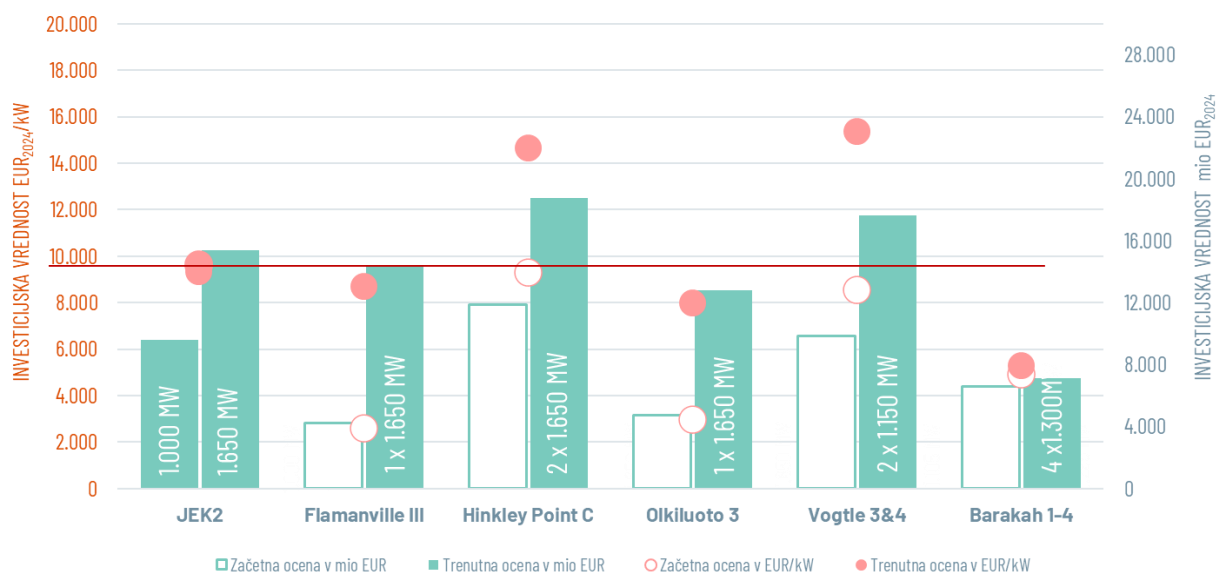
- Ostale stroške investicije:
 - transport velikih komponent (vključno s pridobivanjem dovoljenj),
 - stroški nadomestil in odškodnin,
 - stroški upravnih in drugih postopkih do faze obratovanja.
- Druge nepredvidene stroške.

Na podlagi ocenjene investicijske vrednosti na kW inštalirane moči lahko opredelimo investicijske vrednosti za različne velikosti reaktorja upoštevaje povprečno ceno.



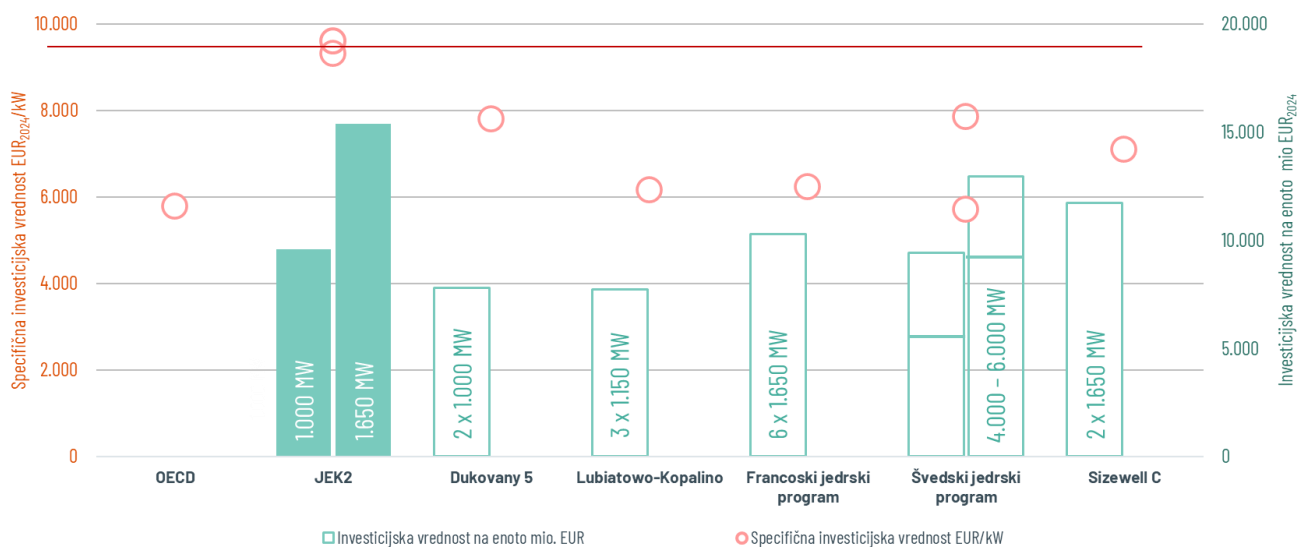
Graf 3: Investicijska vrednost projekta glede na moč reaktorja

Če primerjamo investicijske vrednosti drugih jedrskih elektrarn, ki so bile zgrajene ali pa se še gradijo v teh letih, vidimo, da so naše ocene glede na druge projekte realne.



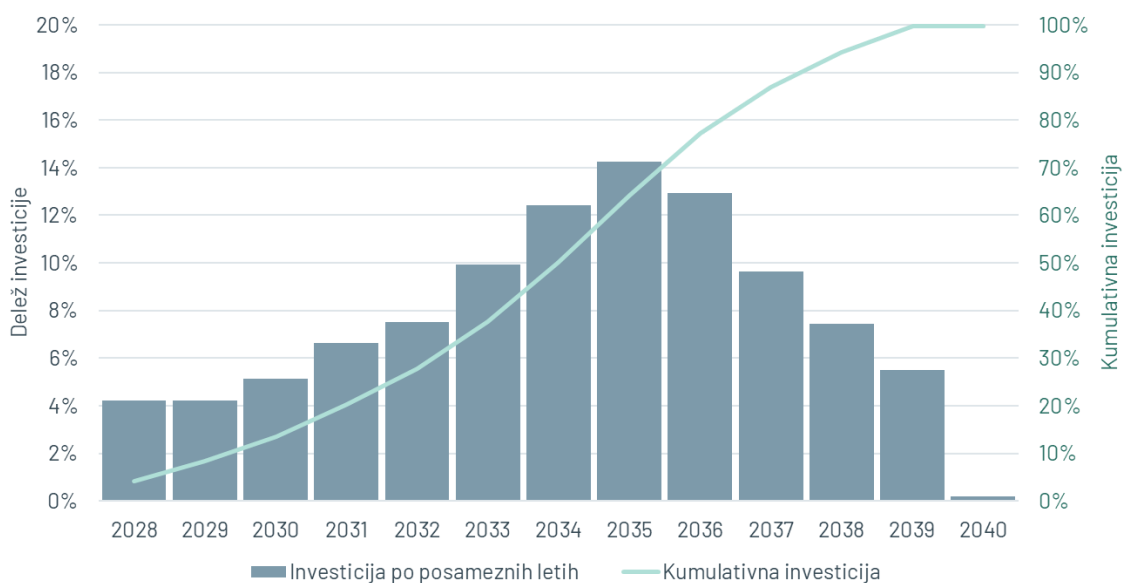
Graf 4: Cene na kW moči elektrarne (prikazan s krogi, vrednosti na levi osi) in investicijske vrednosti (prikazan v stolpcih, vrednosti na desni osi). Za JEK2 so podane investicijska vrednost za 1000 MW in 1600 MW ter cena na kW moči obeh variant elektrarn.

V Evropi se pripravlja več projektov gradnje jedrskih elektrarn. Če primerjamo investicijske vrednosti v drugih državah, vidimo, da so tudi v tem primeru naše ocene glede na druge projekte konservativne.



Graf 5: Cene na kW moči elektrarne in investicijske vrednosti za projekte novih jedrskih elektrarn v Evropi.

Dinamika investicije projekta JEK2 kaže, koliko finančnih sredstev je treba zagotoviti za vsako leto gradnje. Vidimo, da glede na časovni načrt gradnje večina investicijskih stroškov nastopi v letih 2033-2037, prvi izdatki v višini okvirno 4,2 % celotnega projekta pa nastopijo že ob podpisu pogodbe (planirano 2028).



Graf 6: Dinamika investicije po letih.

Cena in strošek elektrike iz JEK2

Pri izračunu stroškovne cene elektrike iz JEK2 smo upoštevali:

- Stroške obratovanja:
 - stroški jedrskega goriva,
 - stroški materiala,
 - stroški investicijskega vzdrževanja,
 - stroški storitev,
 - stroški zavarovanja,
 - stroški dela,
 - nadomestila za rabo prostora ter vodno povračilo,
 - nadomestilo za razgradnjo in odlaganje jedrskih odpadkov.
- Amortizacijo investicijske vrednosti.

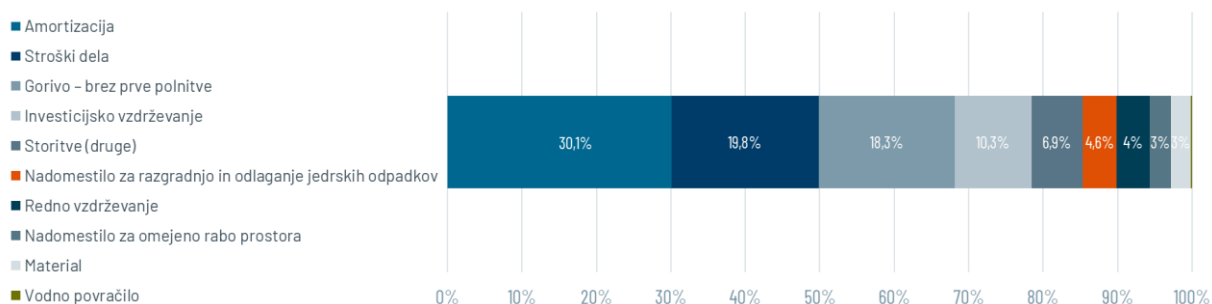
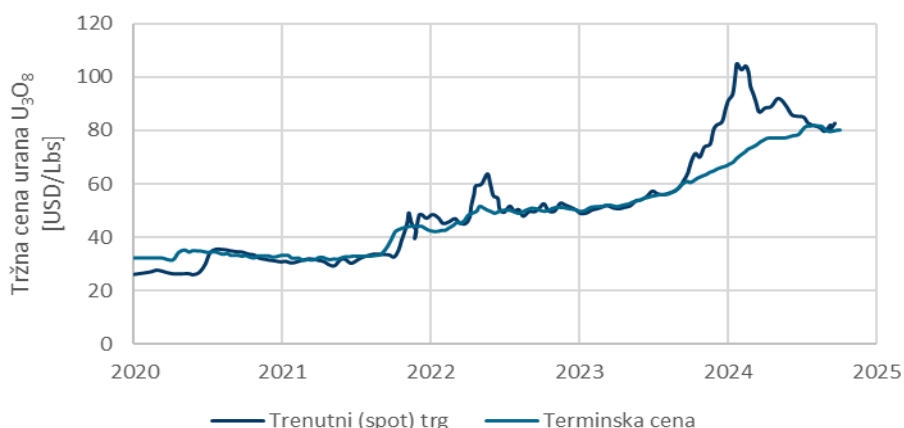


Tabela 7: Razrez stroškovne cene po posameznih postavkah.

Pri ceni jedrskega goriva smo upoštevali trenutno ceno UO₂ (rumena pogača) in stroške obogatitve z začetka leta 2024. Ta cena je dvakrat višja od trenutnih stroškov goriva v NEK.



Graf 8: Cena UO₂ po letih. Vir: IMF

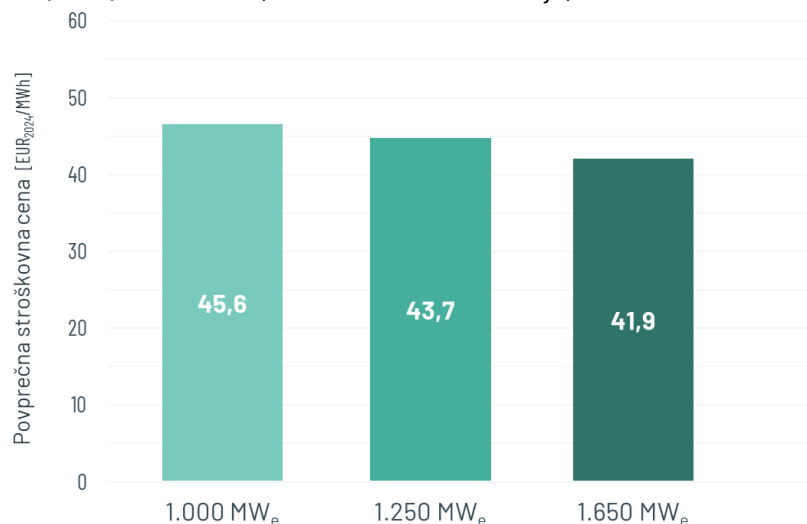
Osnovno izhodišče pri določanju stroškov nadomestila za razgradnjo in ravnanje z jedrskimi odpadki je, da s prispevkom za **razgradnjo in ravnanje z odpadki NEK** zagotovimo sredstva za izgradnjo skladišča NSRAO Vrbina, poskrbimo za razgradnjo NEK in zagotovimo sredstva za ravnanje z VRAO skladno z zadnjo revizijo Resolucije o nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom za obdobje 2023–2032 (ReNPROIG23–32).

Zaradi tega smo upoštevali pri stroških nadomestila za JEK2:

- dodatne stroške za odlagališče NSRAO Vrbina za JEK2,
- dodatne stroške za ravnanje z VRAO za JEK2,
- in celotne ocenjene stroške razgradnje JEK2.

Ob upoštevanju minimalnega donosa Sklada za razgradnjo in odlaganje radioaktivnih odpadkov JEK2 ocenjujemo, da se bo v ta namen zbralo od 2.581 do 4.259 mio EUR₂₀₂₄ sredstev v celotnem obdobju obratovanja elektrarne (pri elektrarni z močjo 1.000 MW oziroma ustrezno več ob višjih močeh reaktorja).

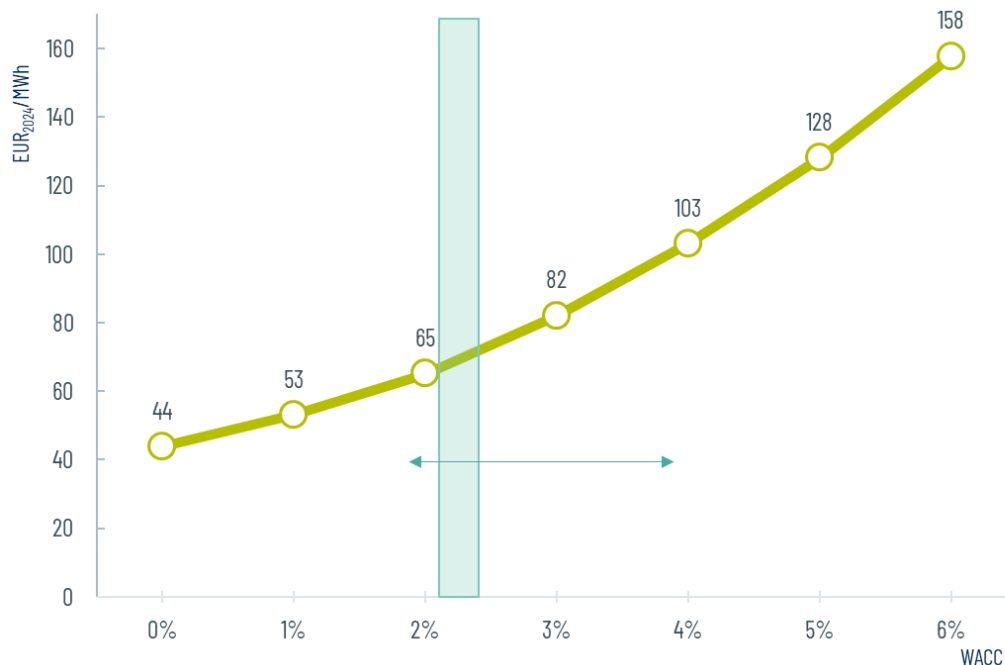
Na podlagi teh vhodnih podatkov smo ocenili povprečne letne stroške obratovanja vključujoč amortizacijo začetne investicije na **41,9–45,6 EUR/MWh** (odvisno od moči reaktorja).



Graf 9: Povprečna stroškovna cena obratovanja, vključujoč amortizacijo, glede na moč reaktorja.

Pomemben podatek je, *koliko mora biti povprečna prodajna cena proizvedene energije*, da se povrnejo vsi stroški, tako investicijske, operativne, stroški financiranja in stroški donosa na lastna sredstva.

Na podlagi različnih stroškov financiranja, podanih s kazalnikom uravnoteženega povprečnega stroška kapitala (ang. *Weighted Average Capital Cost - WACC*), smo izračunali različne najnižje povprečne prodajne cene elektrike (po stalnih cenah) za povrnitev investicije (za enoto z močjo 1.250 MWe):



Graf 10: Najnižja cena povprečne prodajne cene elektrike (po stalnih cenah) za povrnitev investicije, v odvisnosti od stroška financiranja, za reaktor z močjo 1.250 MW.

Pri vrednosti WACC realno 2 % (pri inflaciji 2 %, torej 4 % nominalno) ocenjujemo povprečno potrebno prodajno ceno elektrike iz elektrarne za povrnitev investicije na **65 EUR/MWh**, pri WACC 3 % realno je ta cena **82 EUR/MWh** in pri WACC 4 % realno je cena **103 EUR/MWh**. Finančna konstrukcija in viri financiranja bodo znani in določeni pred dokončno investitorjevo odločitvijo (FID), ki je predvidena v letu 2028. Če bi upoštevali trenutne zmožnosti zadolževanja Republike Slovenije, izbrano razmerje med lastniškimi in dolžniškimi viri, možne načine financiranja in z njimi povezane stroške, **bi bila za projekt JEK2 vrednost WACC 2,32%**

Ob tem velja povedati, da je Češka opredelila način financiranja, ki temelji na skoraj izključni vlogi dolžniškega kapitala, strošku (nominalnem) financiranja v višini 0 % v času gradnje in 1 % nad donosnostjo državnih obveznic po začetku obratovanja, nedavno objavljeni švedski model pa sloni na večinski udeležbi državnega financiranja, kjer bi država zagotovila sredstva po enaki obrestni meri, kot jo sama plačuje za dolg.

Viri financiranja

Družba GEN energija sama ni zmožna zagotoviti vseh finančnih virov za JEK2, zato je vloga države pri zagotovitvi ugodnih virov financiranja pri izvedbi tako pomembnega strateškega projekta ključna.

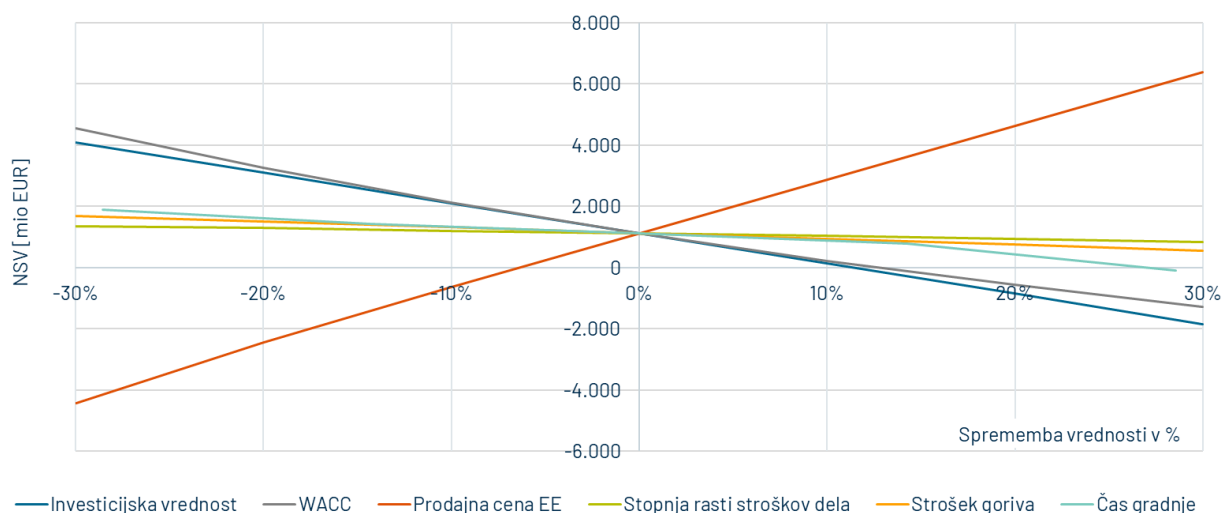
Možni načini financiranja investicije so:

- **20 % - 30 %** z lastnimi kapitalskimi sredstvi (GEN in ostali partnerji),
- **70 % - 80 %** z dolžniškimi sredstvi.

Občutljivostna analiza

Analiza občutljivosti obravnava vpliv ključnih spremenljivk na izbrani kazalec, ki je neto sedanja vrednost (NSV). Če je NSV pozitiven, se investicija izplača. Kot ključne spremenljivke so bile definirane:

- investicijska vrednost,
- diskontna stopnja (WACC),
- prodajna cena električne energije in
- čas gradnje,
- stopnja rasti stroškov dela,
- strošek goriva.



Graf 11: Občutljivostna analiza za 1.250 MW_e

Analiza pokaže, da je NSV najbolj občutljiva na ceno električne energije, veliko manj pa na strošek goriva, stopnjo rasti stroškov dela in podaljšanje časa gradnje. Bolj občutljivi spremenljivki sta investicijska vrednost in strošek financiranja, zato bo njihova vrednost pomembna za zagotavljanje rentabilnosti projekta.

Verjetnostna analiza tveganja

Analiza občutljivosti obravnava vpliv na upravičenost investicije ob spremembi zgolj enega vhodnega parametra. Verjetnostna analiza tveganja uporablja stohastične ali statistične pristope za oceno vpliva negotovosti na izhodne rezultate, pri čemer upošteva verjetnosti, da se določeni parametri spremenijo.

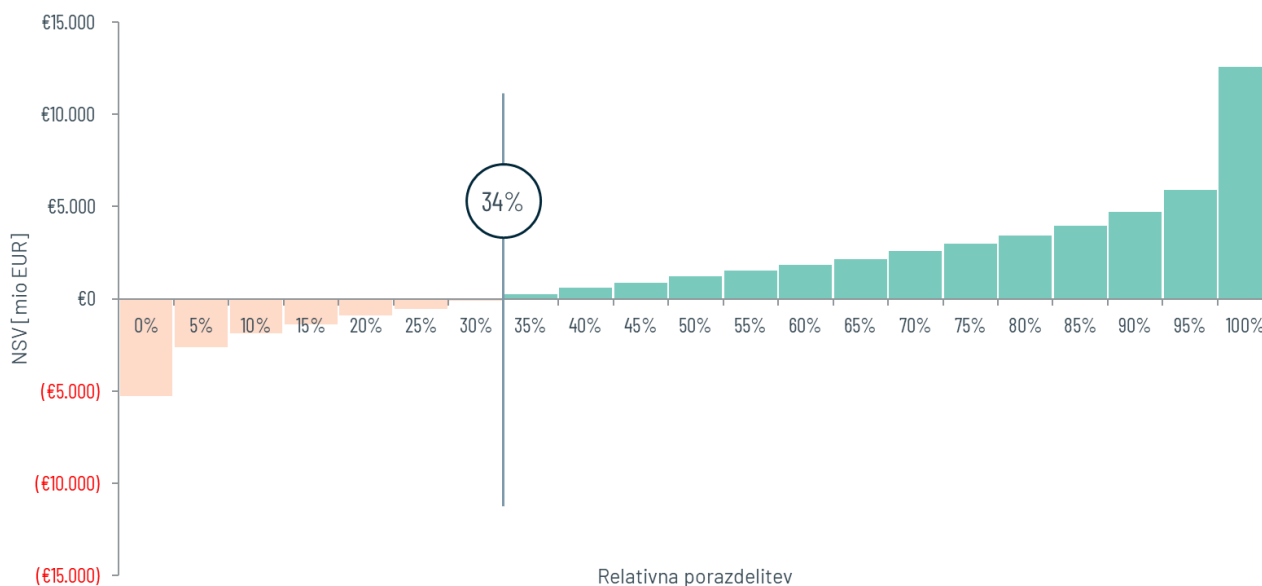
Analiza tveganja je izdelana na naslednje vhodne parametre:

- obseg investicijskih stroškov,
- prodajno ceno električne energije,
- ceno goriva,
- čas gradnje,
- stopnja rasti stroškov dela,
- diskontno stopnjo (WACC).

Pri vseh predstavitevah so izračuni narejeni na enoto z močjo 1.250 MW.

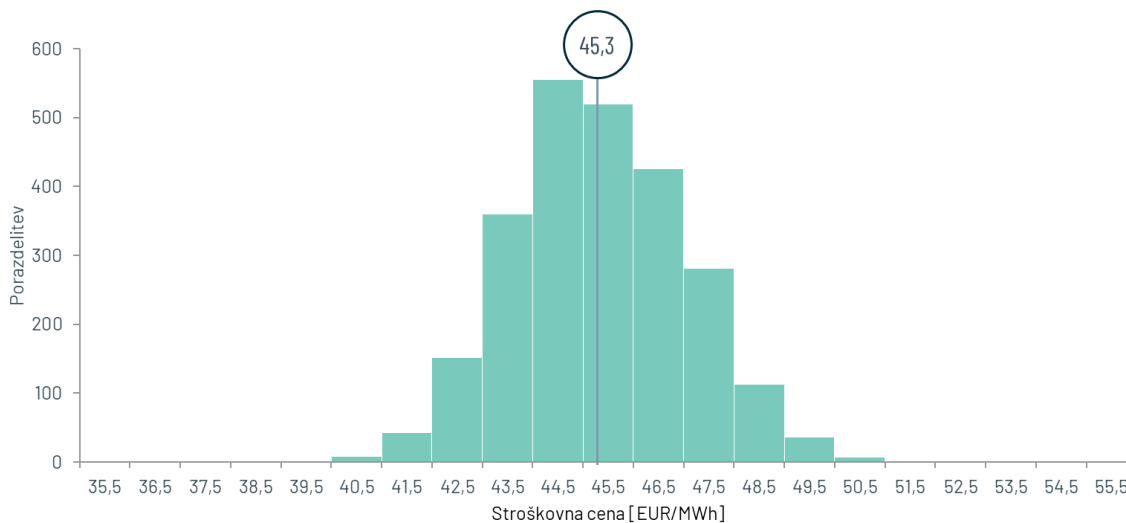
Rezultati analize kažejo, da se verjetnost pozitivne neto sedanje vrednosti (NSV) investicije povečuje z zmogljivostjo proizvodne enote. Pri enoti z močjo 1.000 MW_e je približno 60 % verjetnost, da bo NSV pozitivna, kar pomeni, da obstaja precejšnje tveganje, da investicija ne bo ustvarila pričakovanega donosa. Pri povečani zmogljivosti na 1.250 MW_e se verjetnost pozitivne NSV dvigne na 65 %, kar odraža izboljšano finančno upravičenost investicije, medtem ko je pri 1.650 MW_e verjetnost že 72,5 %, kar kaže na še boljše možnosti za

finančno uspešnost ob sicer precej višjem znesku začetne investicije. To potrjuje, da večje proizvodne enote prinašajo ne le večjo verjetnost uspeha, ampak tudi (tako absolutno kot relativno) višje pričakovane finančne koristi, a ob večjem začetnem vložku, kar povečuje tveganje maksimalnih možnih izgub.



Graf 12: Relativna porazdelitev NSV (za enoto 1.250 MW).

Analiza stroškovne cene na podlagi Monte Carlo simulacije pokaže, da so simulirani rezultati, pridobljeni s ponovitvami izračunov za različne vhodne parametre, nekoliko nad modelskim izračunom, a hkrati zelo blizu srednjim vrednostim. S tem je poudarjena vrednost Monte Carlo simulacije, saj ta omogoča vključitev negotovosti in medsebojnih vplivov vhodnih parametrov, kar prinaša večjo zanesljivost pri oceni investicijske uspešnosti v primerjavi s klasično analizo občutljivosti. Na podlagi teh rezultatov je mogoče zaključiti, da večje proizvodne enote prinašajo tako večjo verjetnost uspeha kot tudi višje pričakovane donose, kar po eni strani povečuje njihovo privlačnost z vidika dolgoročne finančne upravičenosti, a ob večji možnosti maksimalne izgube zaradi višje vrednosti začetne investicije. Nujno je tudi poudariti, da to velja ob *povprečnih investicijah in stroških za vse možne reaktorje*, posamezni dejanski možni reaktorji bodo imeli tako različne investicijske vrednosti kot različne stroške poslovanja, kar bo natančneje opredeljeno in analizirano v naslednjih korakih projekta.



Graf 13: Relativna porazdelitev stroškovne cene (za enoto 1.250 MW).

Zaključek

Projekt izgradnje nove jedrske elektrarne v Krškem (JEK2) je osrednji strateški razvojni projekt Skupine GEN. JEK2 skupaj z obnovljivimi viri energije predstavlja temelj za uresničevanje ciljev podnebne nevtralnosti in razogljičenja slovenskega sistema proizvodnje električne energije.

Na podlagi trenutno znanih in javno razpoložljivih informacij, strokovnega dialoga z dobavitelji in neodvisnega strokovnega pregleda vhodnih podatkov ekonomske analize projekta JEK2 je bil izdelan ekonomski model za eno enoto jedrske elektrarne, ki je z vidika financiranja najbolj realno izvedljiva, prav tako pa predstavlja najmanjše ekonomsko tveganje. Predlagana moč ene enote je bila določena kot razpon moči od 1.000 do 1.650 MW_e in zajema različne potencialne dobavitelje, s čimer je zagotovljena tudi konkurenčnost na trgu, ki je pri tovrstnih investicijah zelo pomembna.

Ker struktura financiranja projekta v tej fazi še ni dokončno določena, je bila izvedena analiza različnih možnih scenarijev financiranja, kar se odraža v variabilnih vrednostih povprečnega tehtanega stroška kapitala (WACC). Ta kazalnik je ključnega pomena za določanje ekonomske upravičenosti projekta, saj strošek kapitala neposredno vpliva na pričakovano donosnost investicije in na najnižjo sprejemljivo prodajno ceno električne energije, ki še omogoča pozitiven neto sedanjih vrednosti (NSV). Iz analize je razvidno, da so nizki stroški financiranja ključni za ekonomsko upravičenost projekta. Slednje nenazadnje dokazujejo tudi izkušnje zadnjih projektov na tujem.

Različni viri financiranja, vključno z lastniškim kapitalom, dolžniškim financiranjem in morebitnimi državnimi jamstvi, imajo namreč bistveno različne stroške in tveganja, kar vpliva na končno strukturo projekta. V nadaljnjih fazah bo potrebna bolj poglobljena opredelitev optimalnega razmerja med lastniškim in dolžniškim kapitalom ter raziskava možnosti pridobivanja ugodnih finančnih pogojev, saj lahko to pomembno zmanjša tveganje in poveča finančno vzdržnost projekta.

Tako bo končna izbira strukture financiranja odločilen dejavnik, ki bo opredelil dolgoročno uspešnost investicije ter njeno konkurenčnost na energetskem trgu, zato je ključnega pomena, da se tej komponenti v nadaljnjih fazah nameni posebna pozornost.

Na podlagi izkušenj iz obratovanja obstoječe jedrske elektrarne NEK, mednarodnih referenc, strokovnega dialoga z dobavitelji ter neodvisnega pregleda ekonomske analize projekta JEK2 so bili ocenjeni obratovalni stroški. Povprečni obratovalni stroški znašajo 41,89 – 45,64 EUR/MWh. Večja kot je moč elektrarne, nižji so specifični obratovalni stroški, saj so nekateri stroški fiksni, neodvisni od moči.

Ekonomska analiza je bila izdelana v stalnih cenah. Slednje je metodološko ustrezno, velja pa izpostaviti, da je pri metodi stalnih cen implicitna predpostavka, da je rast cen nevtralna za denarne prilive in denarne odtoke. Analize tveganj, povezanih s to predpostavko, v pričujoči analizi nismo zajeli in bo predmet nadaljnjih izračunov.

Ob upoštevanju prodajne cene električne energije na ravni 75 EUR/MWh, ki najpomembneje vpliva na izračun neto sedanje vrednosti kot kazalnika upravičenosti investicije, je bilo ugotovljeno, da je investicija ekonomsko upravičena. To je potrdila tudi notranja stopnja donosa, ki je preseгла izračunano diskontno stopnjo (WACC). Velja pa izpostaviti visoko občutljivost rezultata na spremembo vhodnih parametrov, kar je prikazano z občutljivostno analizo.

JEK2	1.000 MW	1.250 MW	1.650 MW
Neto sedanja vrednost (NSV)	502 mio EUR	1.121 mio EUR	2.113 mio EUR
Notranja stopnja donosa (IRR)	2,49 %	2,63 %	2,76 %
LCOE	70,2 EUR/MWh	68,1 EUR/MWh	66,1 EUR/MWh
Najnižja prodajna cena EE, pri kateri je investicija ekonomsko upravičena	72,3 EUR/MWh	70,21 EUR/MWh	68,2 EUR/MWh
Povprečna lastna cena	52,1 EUR/MWh	50,1 EUR/MWh	48,2 EUR/MWh
Povprečna stroškovna cena	45,6 EUR/MWh	43,7 EUR/MWh	41,9 EUR/MWh
Vračilna doba investicije	28 let	27 let	26 let

Tabela 14: Kazalniki upravičenosti investicije. Vir: interni izračuni

Občutljivostna analiza je pokazala, da na donosnost investicije najbolj vpliva prodajna cena električne energije. Velik vpliv pa imajo tudi investicijska vrednost in stroški kapitala (WACC), medtem ko imajo stroški goriva, stroški dela in čas gradnje manjši vpliv.

Verjetnostna analiza tveganja je izpostavila potrebo po obvladovanju tveganj, povezanih s podaljšanimi gradbenimi roki, povečanjem kapitalskih stroškov in nestanovitnostjo cen energije ter naraščanjem investicijske cene. V primeru neželenih odmikov omenjenih spremenljivk lahko ti bistveno vplivajo na ekonomiko projekta.

V zaključku lahko ugotovimo, da je izgradnja nove jedrske elektrarne strateška investicija za dolgoročno energetske stabilnost in gospodarsko rast Slovenije. Ob upoštevanju ustreznih predpostavk in skrbnega obvladovanja tveganj lahko takšna investicija pomembno prispeva k zmanjšanju energetske odvisnosti od uvoza in krepitvi energetske neodvisnosti države, hkrati pa podpira prehod na nizkoogljične vire energije. Ključni element gospodarske upravičenosti projekta bo dolgoročna donosnost, ki je tesno povezana z razvojem cen električne energije na mednarodnih trgih, stroški kapitala ter sposobnostjo učinkovitega upravljanja celotnega projekta, vključno z gradnjo, obratovanjem in vzdrževanjem elektrarne. Prav tako bodo pomembni vidiki, kot so tehnološki napredek, regulativne spremembe in možnost prilagajanja novim tržnim razmeram, odigrali ključno vlogo pri končnem izidu investicije. Uspešna izvedba takšnega projekta ne bi zagotovila le stabilne oskrbe z energijo za prihodnje generacije, temveč bi imela tudi širše gospodarske učinke, kot so povečanje konkurenčnosti slovenskega gospodarstva in priložnosti za nova delovna mesta.

Ekonomska analiza je pokazala, da je smiselno nadaljevati z nadaljnjim razvojem projekta JEK2. Obenem pa je iz analize moč razbrati občutljivost uspešnosti investicije na spremembe negotovih vhodnih parametrov, kar zahteva izredno pozornost pri analizi tveganj v nadaljnjih korakih priprave na odločanje o projektu.