

# Võimaliku väikse moodulreaktori majanduslik mõju Eestile: eeltasuvusuuring

Siim Espenberg

Tartu Ülikooli sotsiaalteaduslike rakendusuringute keskuse juhataja

Uuringu autorid: Hans Hõrak, Mustafa Hakan Eratalay, Kevin Kuriakose, Anastasiia Pustovalova  
28.01.2020



## Uuringu eesmärk ja eeldused

---

- Esmane uurimus uudse ja veel mitte kommertskasutusse jõudnud elektritootmise tehnoloogia kasutuselevõtu võimalike majanduslike mõjude prognoosimiseks.
- Energiamaajanduse arengukava uuringute täiendamine.
- Eeldused:
  - Reaktori tootja hinnang tuumaelektrijaama projekteerimise, hanke ja ehituse üleõisele kapitalikulule (*overnight capital cost*) – 1 mld USD.
  - Fermi Energia hinnang investeeringu struktuurile
  - Reaktori turuvalmidus ja Eesti valmidus tuumaenergia kasutuselevõtmiseks 2030date alguseks
  - Võrguehituse maksumuse hinnang Eleringilt
  - VTT ja Riser Ehitus OÜ tööjõu vajaduse hinnangud
  - Fermi Energia prognoos elektri tootmise kulule (40 €/MWh)

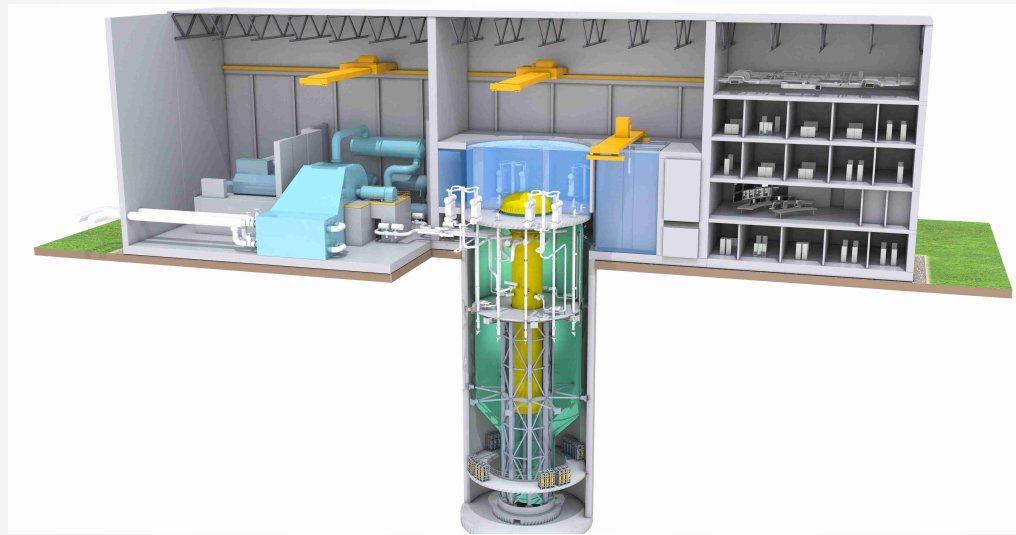
## Väiksed moodulreaktorid (VMR) ja nende majanduslikud omadused

---

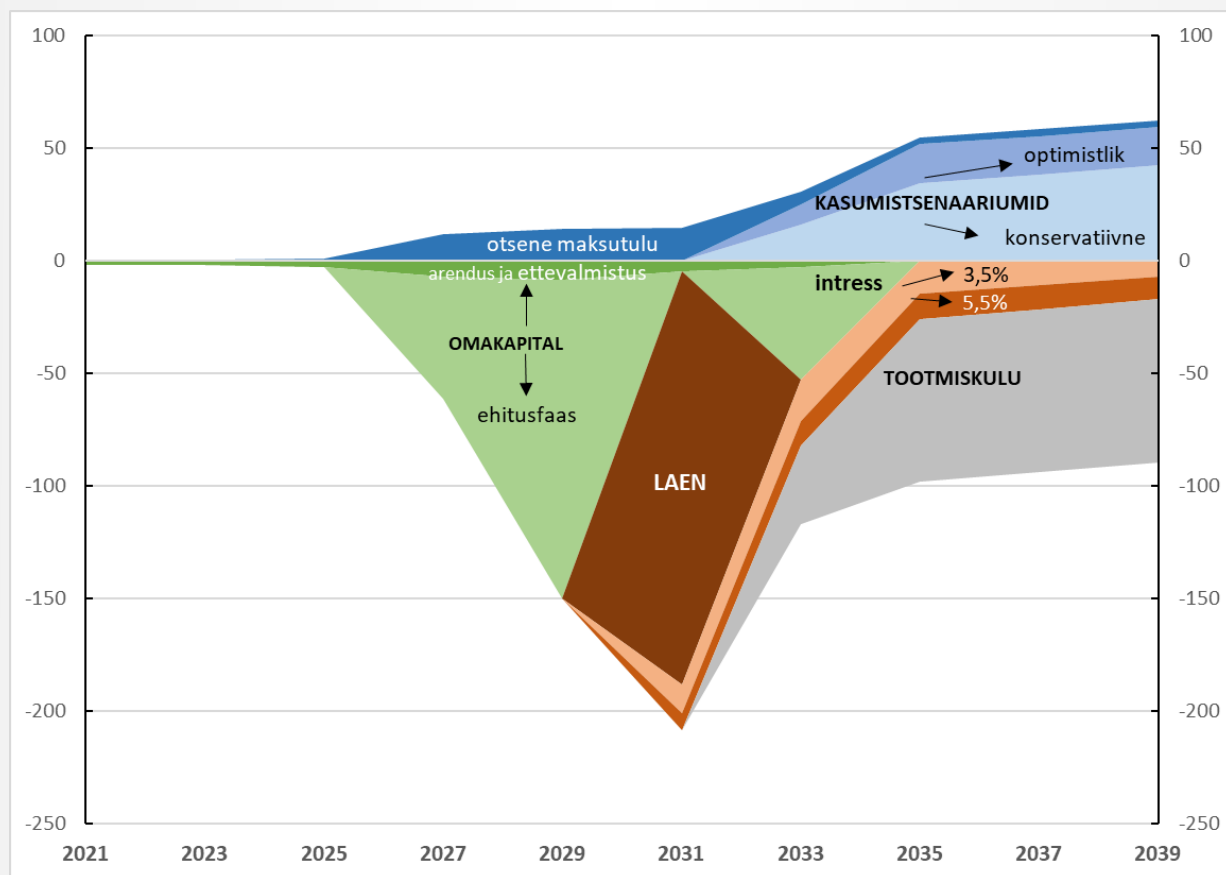
- Madal elektrivõimsus (kuni 300 MWe) võrreldes klassikaliste tuumareaktoritega (väike reaktor võimaldab passiivseid ohutussüsteeme)
- **Reaktor kui valmistoode:**
  - Kiire hankimine ja paigaldamine
  - Standardiseeritus (eeldusel, et sama mudelit tellitakse rohkem) ja sellest tulenev paigaldamise, käitamise ja hooldamise lihtsustus.
  - Modulaarsus ja isefinantseerivus (esimene reaktormoodul saaks üpris kiiresti oma investeeringut tagasi teenima ja järgmist moodulit rahastama hakata)
- Suuremad reaktorid peaksid võimaldama enam mastaabisäästu, aga VMR-id peaksid võimaldama madalamat kapitaliriski (väiksem ja kiirem investeering).

## BWRX-300

- General Electric Hitachi väike keevvee moodulreaktor **300 MWe ~ 1 miljard USD** (projekteerimise, hanke ja ehituse üleoline kapitalikulu – *overnight capital cost*)
- **Ühe mooduliga tuumaelektrijaam koos ettevalmistustööde ja võrguehitusega ~1 miljard EUR)**
- Passiivne jahutus (miinimum 7 päeva isejahutust ilma elektri ja sekkumise vajaduseta)



## Ühe BWRX-300 reaktormooduliga tuumaelektrijaamaga seotud kulud ja tulud



**Joonis 1.** Ühe BWRX-300 reaktormooduliga TEJ-ga kaasnevad kulud, otsesed maksud ja omaniku kasum aasta kaupa kahes stsenaariumis. Võimalikust intressimäärast ja elektri hinnast lähtuvalt on esitatud kaks stsenaariumit: optimistlik (intressimääraga 3,5% ja elektri hulgihinnaga 60 €/MWh) ja konservatiivne (intressimääraga 5,5% ja elektri hulgihinnaga 53 €/MWh). Eeldatakse, et elektri tootmine algab 2033. aasta juulis ning kogu kasum suunatakse laenu tagasimaksmisele. Miljonit eurot.

## Hinnanguline kulude jaotus ning loodavad töökohad

**Tabel 1.** Hinnanguline investeringu struktuur, tööjõukulud ning otsene maksutulu kuni oletatava TEJ valmimiseni 2033. aasta alguseks, miljonit eurot (allikad: General Electric Hitachi, Fermi Energia, VTT).

		TEJ + võrk	Muud kulud	Riigi tulu	Fermi kulu
<b>Imporditavad kaubad USA (reaktor)</b>		307,1			
<b>Imporditavad kaubad EL (turbiingeneraator)</b>		102,4			
<b>Imporditavad teenused</b>		175,5			
<b>Eestist hangitav</b>	Tööjõud	189		75,6	
	Kaubad ja teenused (sh. võrk)	143			
<b>Ettevalmistused</b>	Regulatiivne ettevalmistus (riigi kulu)		10	-10	
	KMH* ja muud ettevalmistused		13	1,7	✓
	Litsentsimine (riigilõiv)		3,5	3,5	✓
<b>Ettenähtavad töökohad</b>	Välja arendatud eksperttööjõud (VTT)		18,1	7,7	
	Fermi Energia tööjõukulud		31,9	13,5	✓
<b>TEJ maksumus ja muud kulud</b>		<b>917</b>	<b>76,5</b>		
<b>Kogu investering ja otsene maksutulu</b>			<b>993,5</b>	<b>92</b>	
Laen (60 % TEJ investeringust)		550			
Intressimaksud tootmiseni 3,5% määra puhul		48,2	1041,7		
Intressimaksud tootmiseni 5,5% määra puhul		75,7	1069,2		

\*Keskonnamõjude hindamine

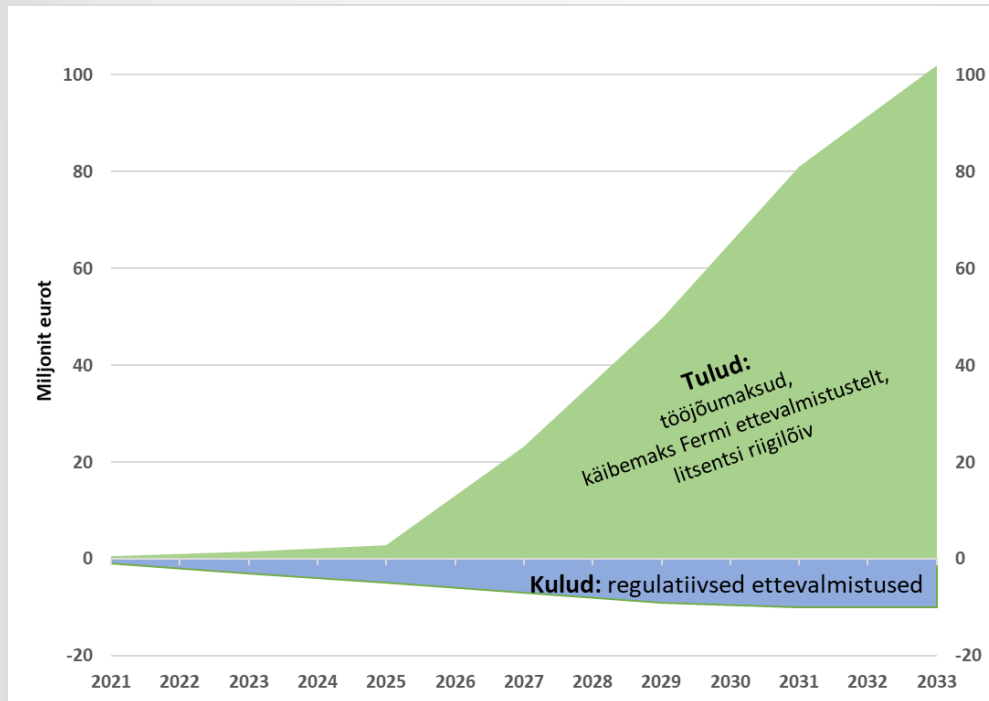
**TEJ ehitamine peaks tooma Eesti majandusse ligi 330 miljonit eurot** (suures osas ehitustegevus, aga ka betooni ja võimalik, et osaliselt ka teraskomponentide tootmine)

**Võimaliku arendustegevusega loodavad püsivad töökohad:**

Tuumaelektrijaama personal: **121 töökohta**

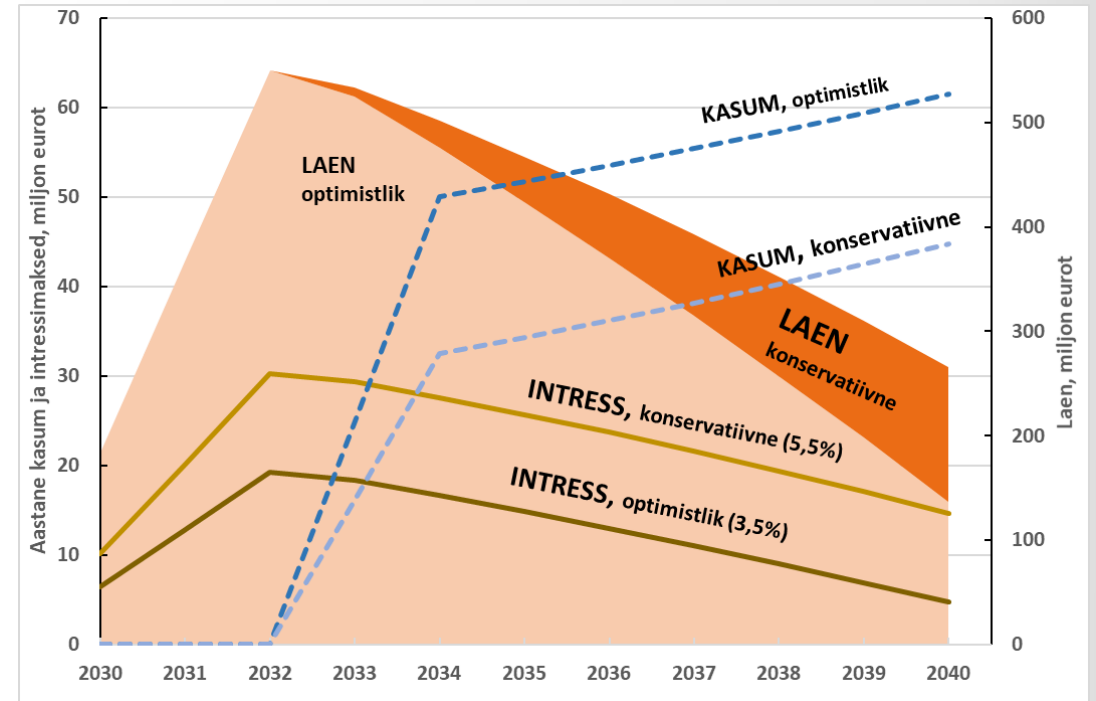
Fermi personal peakontoris: **50 töökohta**

## Riigi kulud ja tulud (ilma teadus- ja haridusalaste investeeringuteta)



**Joonis 2.** Riigi kulud regulatiivsele ettevalmistusele ning TEJ projektiga seotud riigi tulud (tööjõu maksud, 15% hinnangulise määraga käibemaks keskkonnamõjude hindamiselt jm ettevalmistustelt ning 3,5 miljont eurot litsentsimise riigilõivu) kumulatiivselt kuni elektri tootmiseni. Miljonit eurot.

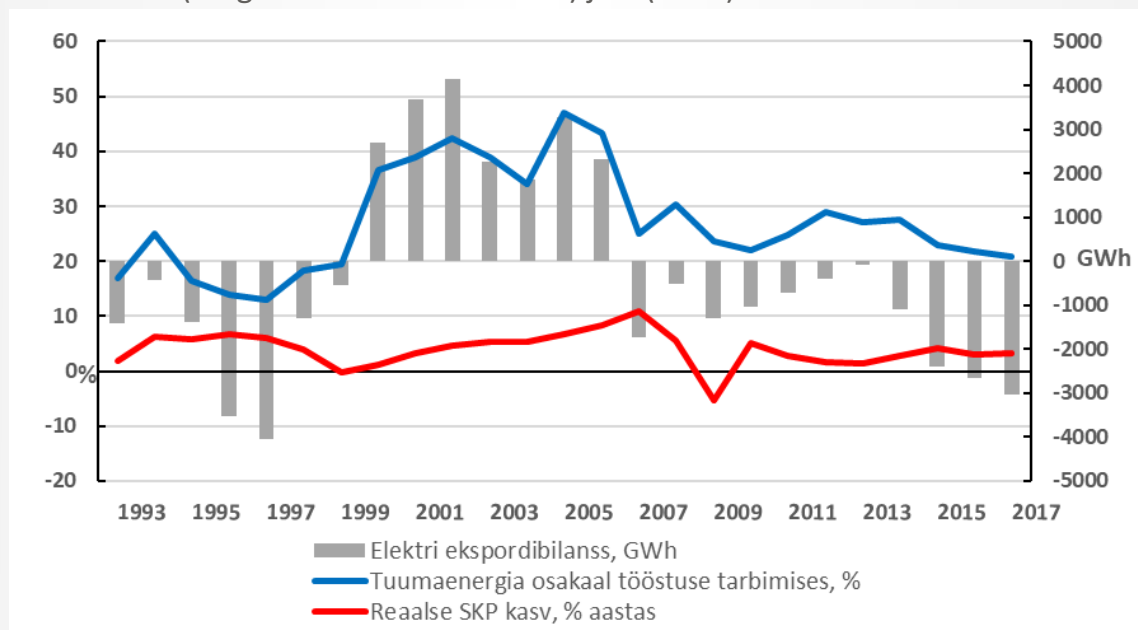
## Laenu teenindamine (550 milj € ~ 60% tootmisvara investeeringust )



**Joonis 3.** Laenukoormuse vähenemine ja kasumi tõus kahes stsenaariumis, kus kogu kasum suunatakse laenu tagasimaksmisele: optimistlik (intressimääraga 3,5% ja elektri hulgihinnaga 60 €/MWh) ja konservatiivne (intressimääraga 5,5% ja elektri hulgihinnaga 53 €/MWh). Eeldatakse, et elektri tootmine algab 2033. aasta juulis. Vasakul teljel aastane kasum ja intressimakse ning paremal teljel kogu laenu. Miljonit eurot.

## Slovakkia minevikukogemus: tuumaenergia kasutuse kasv tööstuses ennustas majanduskasvu

- Püüti leida **Eestile võimalikult sarnase majandusega riiki**, kus oleks viimaste kümnendite jooksul ehitatud mõni tuumajaam (fookuses endised sotsialismimaad, rakendati peakomponentanalüüsi *World Bank* majandusindikaatoritega aegridadele, majanduste sarnasuse hindamiseks Eestile kasutati kanoonilist korrelatsioonanalüüsi).
- Leidsime, et parim võrdlus tuumaenergia majandusliku mõju mudeldamiseks Eestile on Slovakkia. Täpsemini **Mochovce tuumaelektrijaama** reaktorid 1 (võrguühendus 1998. aastal) ja 2 (2000).



- Regressioonanalüüs: **Tuumenergia osakaal tööstuse tarbimises => realse SKP kasv** (sinise joone mõju punasele).
- Tulemus: **1% tuumaenergia osakaalu kasv tööstuse tarbimises tõstis kahe aasta pärast realse SKP kasvutempot 0,17% võrra** (enne majanduskriisi algust saavutati lausa 10% majanduskasv).



## Kohalikud mõjud ehituse faasis (täpsema asukoha üle spekuldeerimata)

- Analüüs eeldab kiiret ja intensiivset tööd: **400 ehitustöölist 3 aasta jooksul (2030-2032)**
- Ehitusobjekti iseärasused eeldavad üpris rangeid värbamise kriteeriume – kvalifikatsioonitõendid, taustakontrollid jne. **Võimalik piisava kvalifikatsiooniga kohapealse tööjõu puudus** (ehitajate väljaõppe vajadus).
- Olenevalt palgatasemest tooks ehitustöö riigile ja KOV-dele tööjõu maksudena **15-21 miljonit eurot**
- Arvestades 8% säästmiskalduvust, **võiksid ehitajad kulutada nendel aastatel 22-30 miljonit eurot** (suurem osa tõenäoliselt Eestis, arvestatav osa objekti läheduses)
- Olenevalt asukohast (kaugus suurematest asulatest) ja piirkonnas olemas olevast taristust võivad kohalikule majandusele erinevalt mõjuda **tööliste transpordi, majutuse ja toitlustuse**

## Majanduslikud mõjud elektri tootmise faasis

### Peamine tootmise mõju Eesti majandusele:

- 2,5 TWh aastas ehk **130-150 miljoni euro jagu elektri impordi vältimist aastas**
- Kataks umbes veerandi prognoositavast Eesti kogutarbimisest 2030-datel (ENMAK analüüside prognoos)

### Võimalikust sünergilisest tööstusest tulenev majandusmõju:

- **6 km raadiuses asuvad suurtarbijad (nt andmekeskused) saaksid ilma võrgutasuta elektrit juhul kui ehitavad otseliini (elektrituruseadus § 61).** See võib anda elektrimahukatele ettevõtetele tohutu konkurentsieelise (kuni 1/3 võrra soodsam elekter). Just tööstusele loodavad võimalused võivad osutuda sellise projekti kõige suuremateks kohalikeks ja makromajanduslikeks mõjudeks

### Üldised mõjud kohalikule majandusele:

- Kaubad ja teenused elektrijaama töölistele (kui 121 prognoositavast töötajast 30 koliksid elektrijaama lähedusse ning teeniksid 3000-eurost brutopalka, võiksid nad aastas kulutada 0,75 miljonit eurot).
- Väljaõppekeskus.
- Külustuskeskus.
- Võimalik hüvitis kohalikule omavalitsusele (nt 15 euro senti megavatt-tunnilt tooks KOV kassasse aastas 375000 €)

### Sesoonsed mõjud kohalikule majandusele:

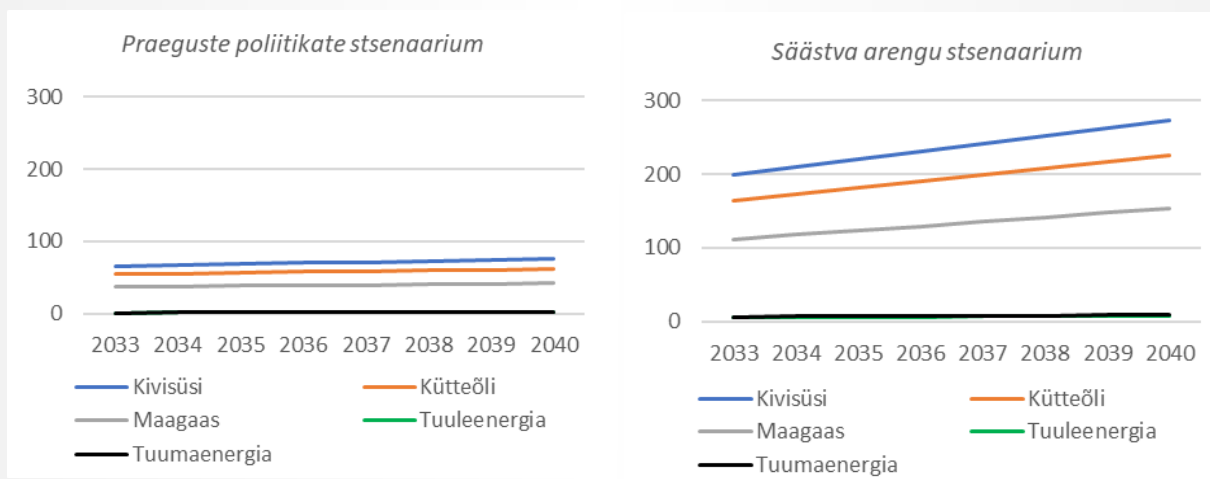
- iga-aastane inspeksioon ja kütusevahetus (reaktor seisatakse ~12 päevaks, mil tuleb piirkonda **~100 inimest** suures osas välismaalt).

+ Võimalik soodne kaugküte kuni 4,7 TWh/a ulatuses – tulevased uuringud selgitavad)

## Alternatiivsete elektritootmise tehnoloogiate kasvuhooonegaaside heitmete hind

**Tabel 3.** Erinevate elektritootmise tehnoloogiate/kütuste KHG heitmed gigavatt-tunni kohta ja BWRX-300 aastase elektri tootmise mahus, tonni CO<sub>2</sub> väärsed (allikas: World Nuclear Association, 2011).

Elektritootmise tehnoloogia/ kütus (sekundaarallikate arv heite intensiivsuse hinnanguks)	Keskmine KHG heitmete maht tootmisüksuse eluea jooksul, t CO <sub>2</sub> väärsed/GWh	KHG heitmed 2,5 TWh elektri tootmisest, t CO <sub>2</sub> väärsed
<b>Kivisüsi (10)</b>	888	2220000
<b>Kütteõli (5)</b>	733	1832500
<b>Maagaas (12)</b>	499	1247500
<b>Tuuleenergia (11)</b>	26	65000
<b>Tuumaenergia (14)</b>	29	72500



**Joonis 5.** Erinevate elektritootmise tehnoloogiate/kütuste aastaste KHG heitmete hinnad 2,5 TWh elektrienergia tootmisest kahes stsenaariumis: praeguste poliitikate (kliimapolitikad 2018. aasta seisuga) ja säästva arengu stsenaarium (ÜRO säästva arengu eesmärkide saavutamise), miljonit eurot (Allikad: Heitmete hinnaprognosid World Energy Outlook 2018 (IEA, 2018) stsenaariumitest ja heiteintensiivsus WNA (2011) metaanalüüsist).

## Kokkuvõte

- Üle 300 miljoni euro väärtuses Eestist hangitavaid kaupu ja teenuseid (ehitustegevus, betooni ja võimalik, et osaliselt ka teraskomponentide tootmine)
- 100 miljonit eurot otsest maksutululu reaktori valmimiseni (põhiliselt tööjõu maksud)
- Aastas 130-150 miljoni euro jagu elektri impordi vältimist (elektri börsihinna 53 €/MWh – 60 €/MWh ja tootmishinna 40 €/MWh puhul)
- Majanduse elavnemine elektri jaama ümbruses ning lähemal asuvates asulates
- Omanikele esimestel aastatel 32-50 miljonit eurot kasumit (eeldatavasti laenu tagasimaksmiseks). Sama tootmishinna ja elektri börsihinna puhul oleks kasum pärast kogu laenu tagasimaksmist 60-78 miljonit eurot aastas.
- Võimalik täiendavate investeeringute ja kõrge lisandväärtusega tööstuse meelitamine tuumaelektri jaama lähedusse (võrguhoolduse tasuta elekter otseliiniga tarbijatele)
- Tuuleenergiale sarnaste KHG heitmemahitudega PÕXIT strateegia, aga võimaldab stabiilset varustuskindlust.

Täna tähelepanu eest!