



Tuuleenergeetika kõrged aated ja tegelikud tulemused ©

**Rein Oidram,
tehnikakandidaat**

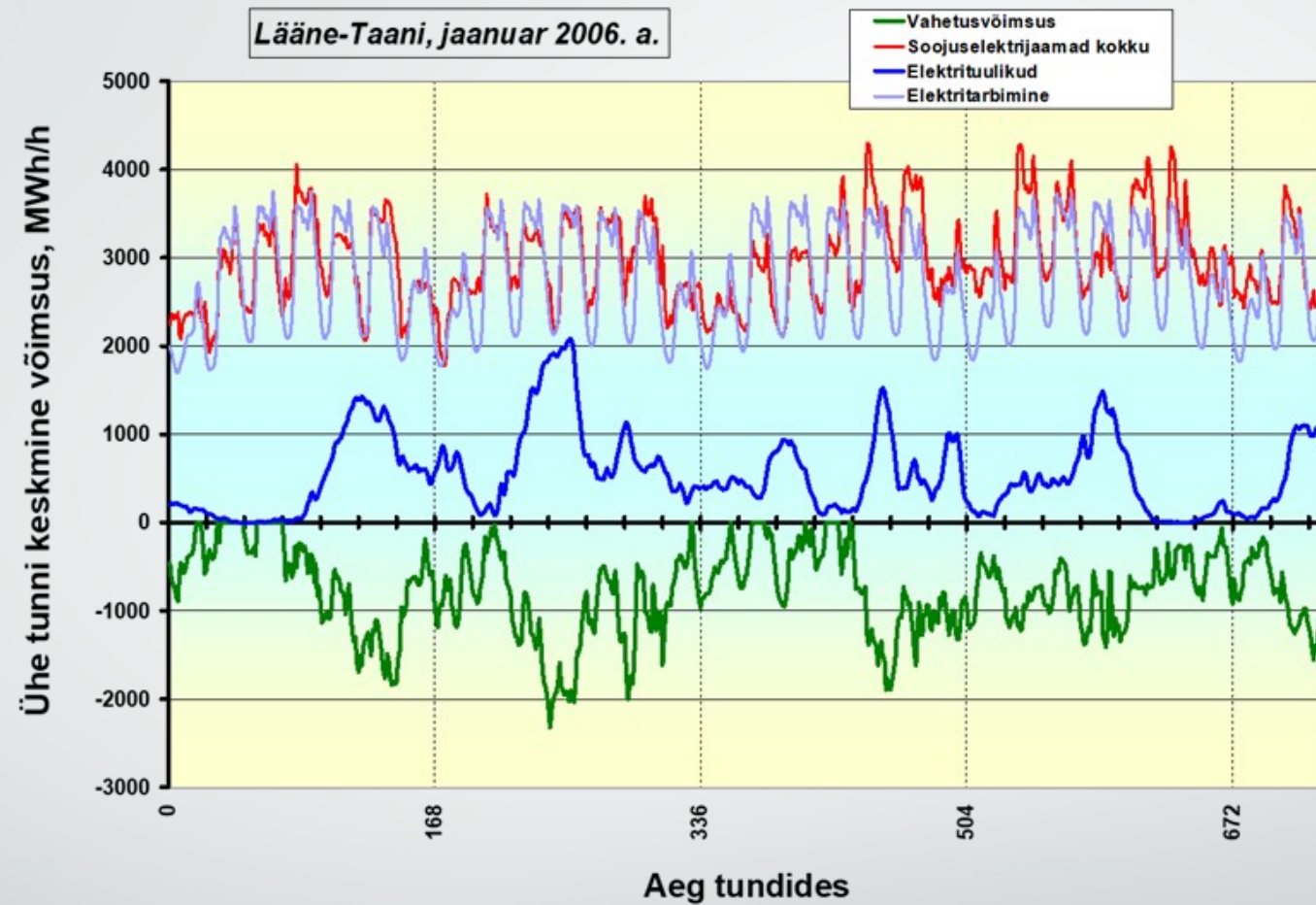
**Eesti Elektroenergeetika Seltsi
liige aastast 1992**

Tees

- Asendame kasvuhuonegaase tekitavad primaarenergia allikad sellistega, mis ei kasuta sadade miljonite aastate jooksul ladestunud fossiilseid kütuseid.
- Sellisteks võivad olla nt turvas, puit, jäätmed jms, kuid esmajoones võtame energiaallikatena kasutusele päikeseenergia ja tuule, sest mis saaks veel puhtamad olla, kui tuul ja taevas paistev Päike.

Tegelik algus

- Möödunud sajandi 70ndatel aastatel OPEC'i nafta järsu hinnatõusuga kaasnenud paanilisest alternatiivide otsingust on viimaste aastakümnete jooksul lähte saanud primaarenergia allikas tuul ja selle laialdane kasutuselevõtt maades, kus muid energiaallikaid peale fossiilkütuste peaaegu pole.
- Euroopas oli suurimas hädas Taani, aga ka nt Saksamaa. Suurejoonelise arendustöö tulemusel kasvas näiteks Taani elektrituulikute tootmine ja nende paigaldamine oluliselt, ning juba 2006. aastaks oli saavutatud joon. 1 kujutatud tase.
- Tähelepanu äratav, et suurem osa toodetud elektrist läheb eksporti, mis tähendab, et Taani kasutab elektrituulikute ebaühtlase/juhusliku/stohhastilise iseloomuga toodangu tasakaalustamiseks naaberriikide elektrisüsteeme. Sama kasutab praegu Saksamaa, millega ei ole näiteks rahul Poola, sest ollakse Eestiga mõneti sarnases olukorras.



Joonis 1

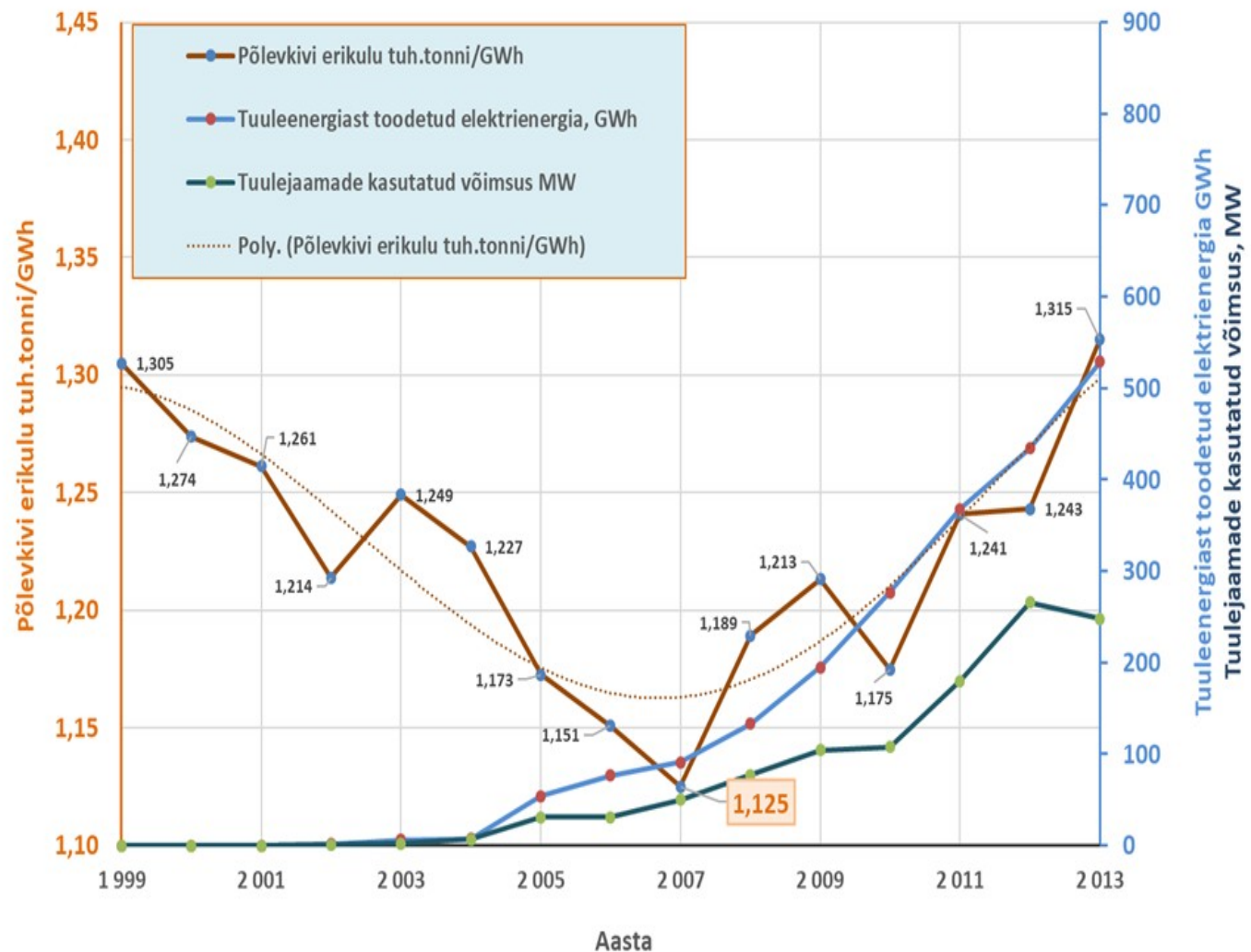
Lääne-Taani 2006. a. elektritootmise ja -tarbimise ülevaade

(Ettekandest:

<https://www.ilmateenistus.ee/ilmatarkus/meteoroloogiapaevad/2008-meieplaneedi-seire-parema-tuleviku-nimel/tuuleelektri-kasutuskogemused-taanis/>)

Tuuleenergeetika arengud Eestis

- Eestis alustati tuuleenergeetika arendamist ettevaatlikult, kõigepealt oli tarvis koondada ülisuur põlevkivienergeetika (Eesti mõõtmetes muidugi) mõistlikesse raamidesse.
- Kütuste kasutamisel elektritootmiseks on oluline ühe kilovatt-tunni elektri tootmiseks kuluv kütusekogus – **kütuse erikulu kg/kWh**. See võimaldab ühelt poolt hinnata ressursi kasutamise efektiivsust ja teiselt poolt keskkonnale kahjulike heitmete ulatust. Praegu loetakse kõige olulisemaks heiteks süsihappegaasi CO₂, kuid tähtsad on ka teised heitmete komponendid.
- Joonis 2 kujutab Eesti Statistika andmetele põhinevaid arenguid alates 1999. aastast kuni 2013. aastani.



Tähelepanu tuleb pöörata asjaolule, et vähim põlevkivi erikulu saavutati 2007. aastal.

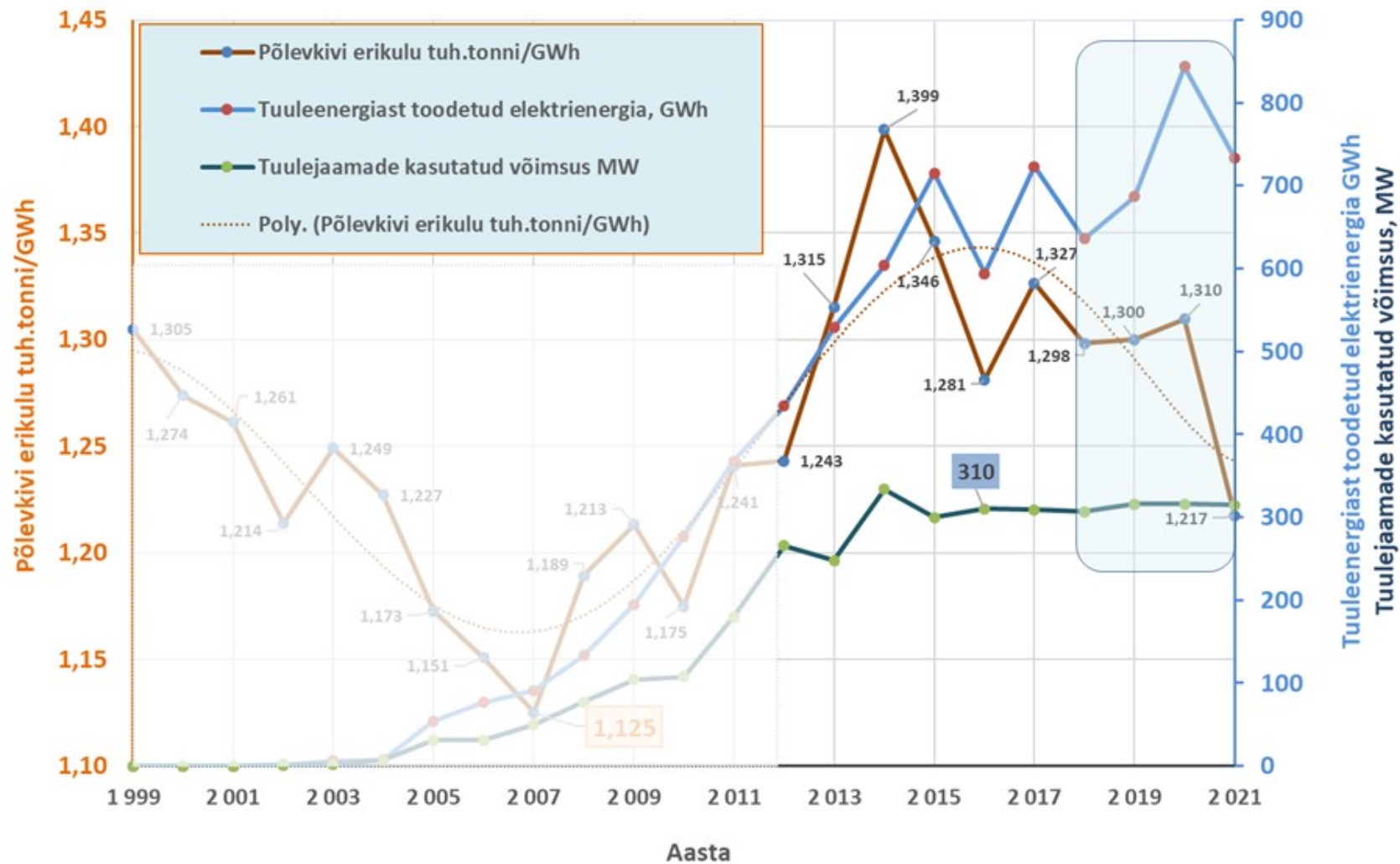
Joon.2
Eesti elektroenergeetika arenguid Eesti Statistika poolt avaldatud andmete põhjal

- Kütuse erikulu vähenemine 2007. aastani ei vaja pikka analüüsi – see toimus esimeste, vananenud 100 MW plokkide tööst väljaviimisega ja kahe keevkihtploki käikulaskmisega Narva elektrijaamades.
- TTÜ soojustehnika instituudi andmetel (*Inge Roos*) oleks elektritootmise täielik üleviimine keevkihttehnoloogiale suutnud põlevkivi erikulu vähendada väärtuseni **1,05 kg/kWh**.
- **Taolise sõltuvuse põhjustab tuule ja sellega kaasnev elektrituulikute võimsuse ebastabiilsus ajas, mis nõuab elektrisüsteemi ülejäänud elektrijaamade võimsuse vastassuunalist reguleerimist või ka osalist kompenseerimist naabersüsteemide arvel (vt Taani juhtum).**
- **Eesti tingimustes on kompenseerivateks elektrijaamadeks põlevkivielektrijaamad.**

Eesti muutumine tuuleenergeetika katsepolügooniks

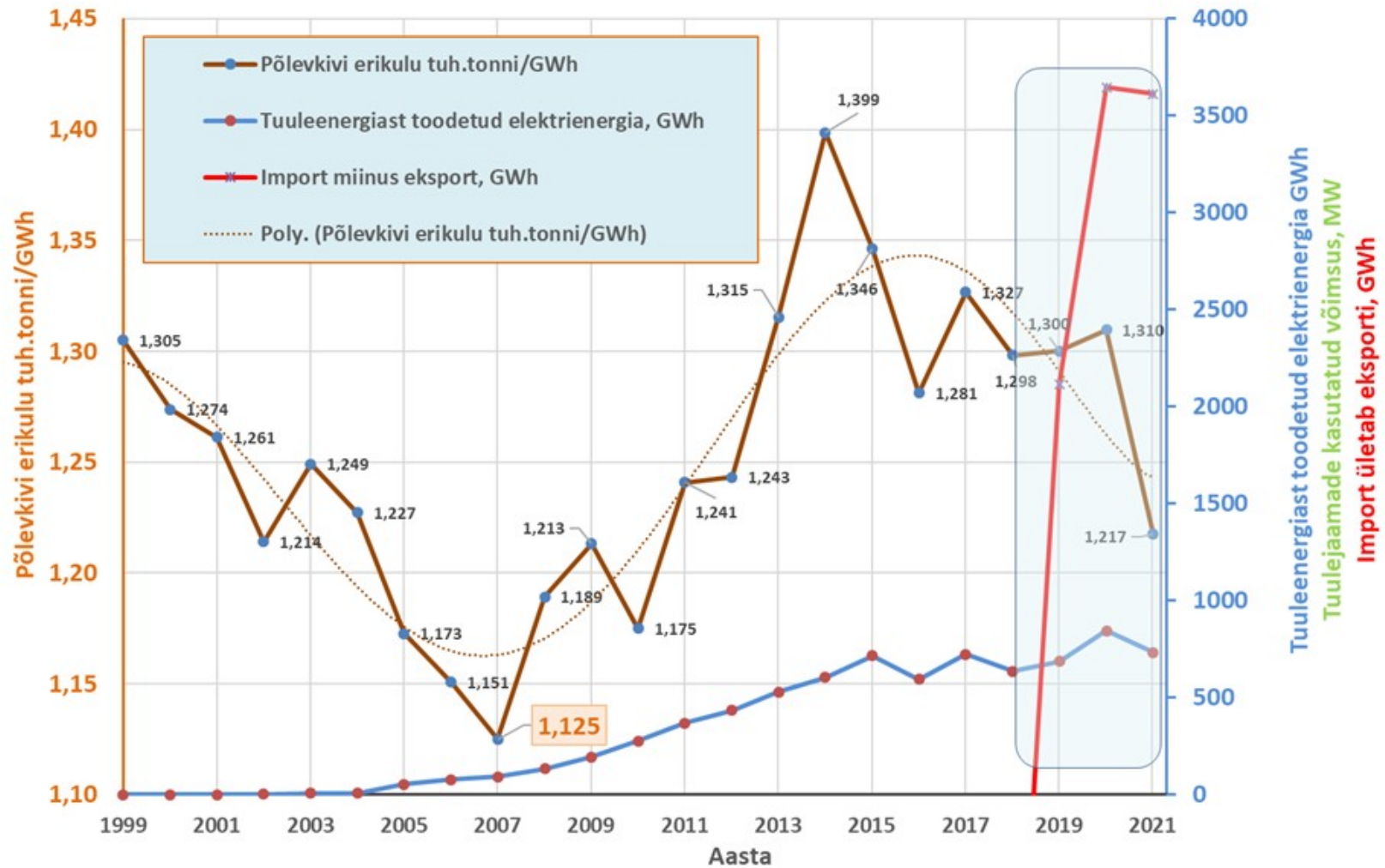
- **Olukord muutus järsult alates aastatest 2013...2014.** Tuuleparkide ülesseatud võimsus saavutas praeguseni püsiva taseme 310 kuni 330 MW. Vaatamata tuuleparkide püsivale kasutatud võimsusele eri aastatel on nende poolt toodetud elektrienergia koguses toimunud olulisi muutusi ja tähelepanuväärne on, et need muutused toovad endaga kaasa muutusi põlevkivi erikulus. See sünkroonsus toimib kuni aastani 2018 (joon. 3).
- Eesti oligi tahtmatult muutunud tuuleenergeetika rakendamise katsepolügooniks, sest puudusid „segavad“ tegurid, nagu suuremad hüdroelektrijaamad või tuumaelektrijaam.
- Ligilähedaselt sarnane olukord on täheldatav Iirimaa, kuid neil on olemas suuremad hüdroelektrijaamad ja „katseid“ on saadud läbi viia ainult veevaestel suvekuudel ja ilmselt mitte igal aastal. Tulemused on Eestile sarnased.

<https://www.wind-watch.org/documents/wind-energy-in-the-irish-power-system/>



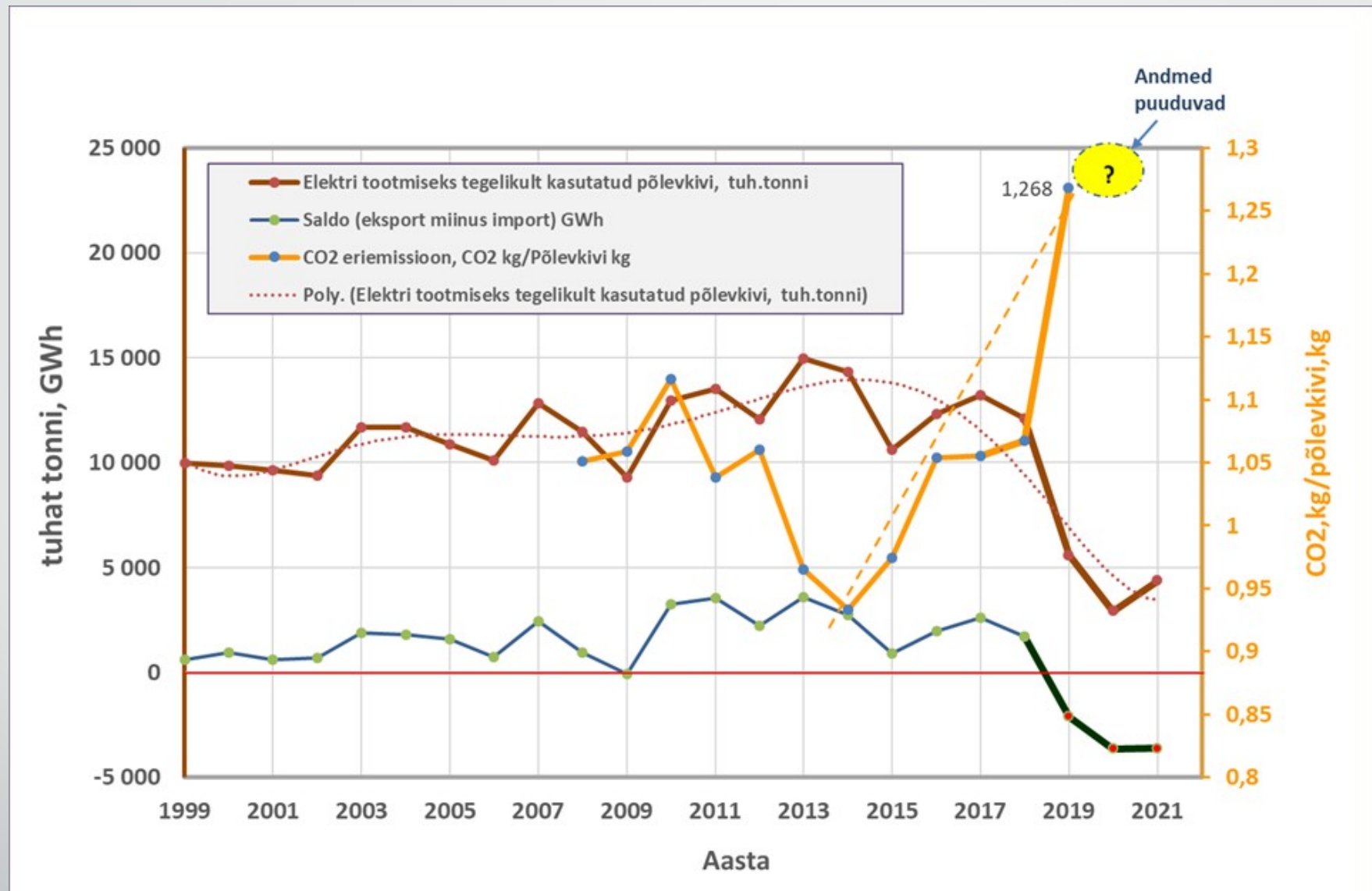
Joon.3
 Eesti elektroenergeetika arenguid Eesti Statistika poolt avaldatud andmete põhjal

- **Uus muutumine toimus alates aastast 2018.** Vaatamata tuulistele aastatele koos suurema tuuleparkide elektritoodanguga toimus kütuse erikulu järsk vähenemine (joon.4).
- Nähtuse põhjus on ilmne – elektrituru mõju (Nordpool) ja CO2 hinna (*siinse analüüsi kohaselt Eesti jaoks põhjendamatu (!)*) kasv surusid põlevkivijaamade toodangu alla ja senine elektri eksport asendus suurtes kogustes impordiga.
- Kütuse erikulu arvutusse lisandus asjasse mittekuuluv komponent, elektri import, sest erikulu kasv oli võimalik Eestisse eksportivate maade kütustes, juhul kui tasakaalustamine seal toimus nende soojuselektrijaamades ja tulemuseks oligi meil erikulu langus! Seega kütuse erikulu vähenemine Eestis on näiline.
- **Kui võimsuse kõikumised täielikult tasandada naabersüsteemide arvel (vt.joon.1), oleks tuuleparkide ehitamine Eesti territooriumile üldse mõttetu. Kulutused tuuleparkide ehitamiseks Eestisse jääva tuuleelektri osakaalu suhtes oleks ebaproportsionaalselt suured, nende üleseatud võimsuse kasutustegur jääb tuule muutliku iseloomu tõttu alla 30 %.**



Joon.4
Eesti elektroenergeetika arenguid Eesti Statistika poolt avaldatud andmete põhjal


- **Koos põlevkivi erikulu kasvuga ilmnes uus negatiivne nähtus** – kui seni oli põlevkivi põletamisel Narva elektrijaamade (ka Auvere) kateldes CO₂ heide vahemikus 1,05 kuni 1,15 kg põletatud põlevkivi kilogrammi kohta, siis nüüd toimus **CO₂ eriheite** hüppeline suurenemine (joon.5).
- **Nende, Eesti Statistika poolt avaldatud andmete alusel ei ole võimalik väita, et tuuleparkide rajamine vähendab CO₂ heidet, otse vastupidi, toimub heite suurenemine ja sellega kaasnev keskkonnaseisundi halvenemine.**
- Olukord on tuttav paljudes maades:
<https://www.wind-watch.org/documents/category/emissions/?titles=on>
- TTÜ poolt on avaldatud teoreetiliselt põhjendatud selgitus artiklis „O. Liik , R. Oidram, M. Keel, Estimation of real emissions reduction caused by wind generators“.
https://iea-etsap.org/workshop/worksh_6_2003/2003p_liik.pdf

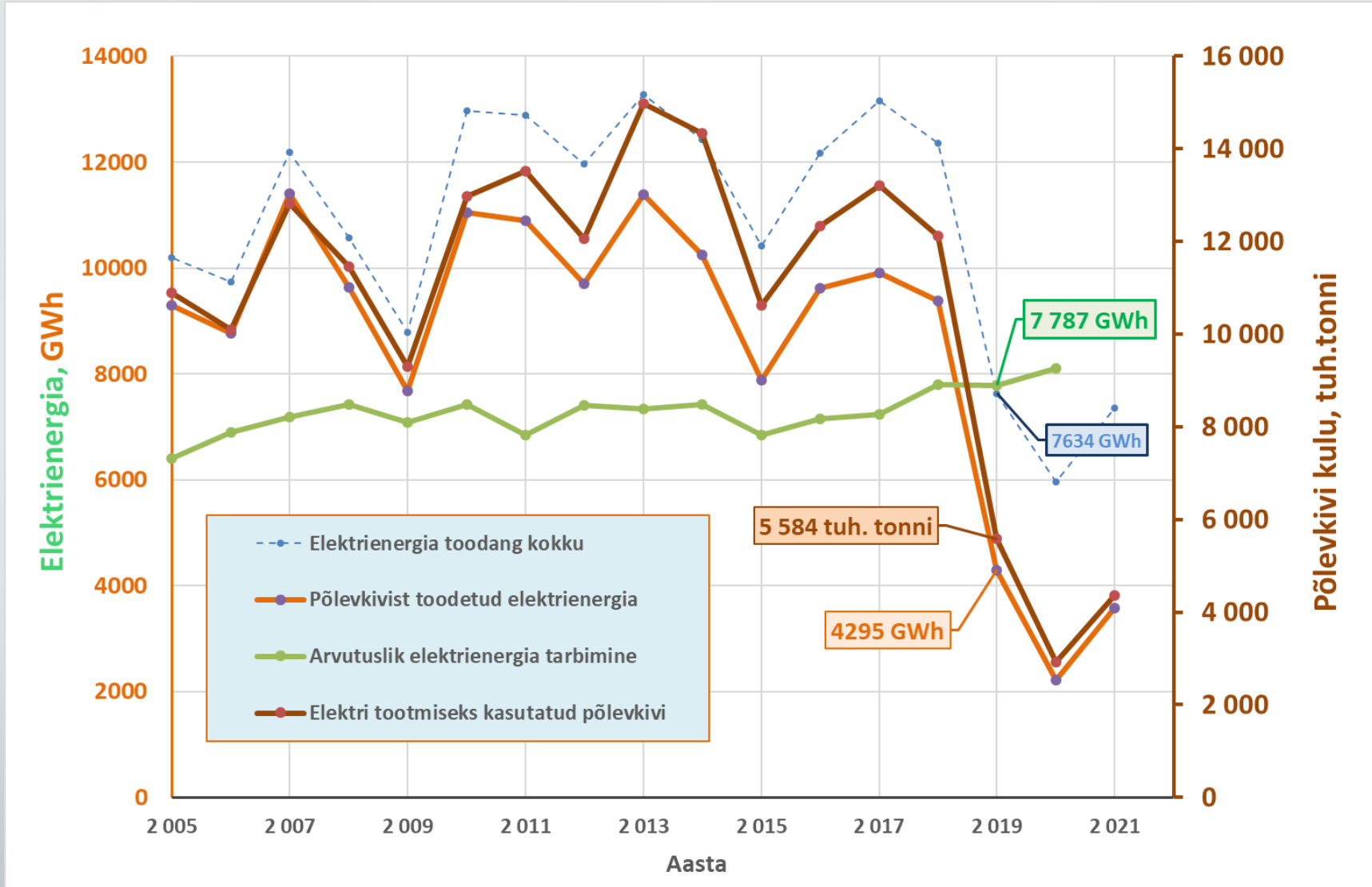


Joon.5
Eesti elektroenergeetika arenguid Eesti Statistika poolt avaldatud andmete põhjal



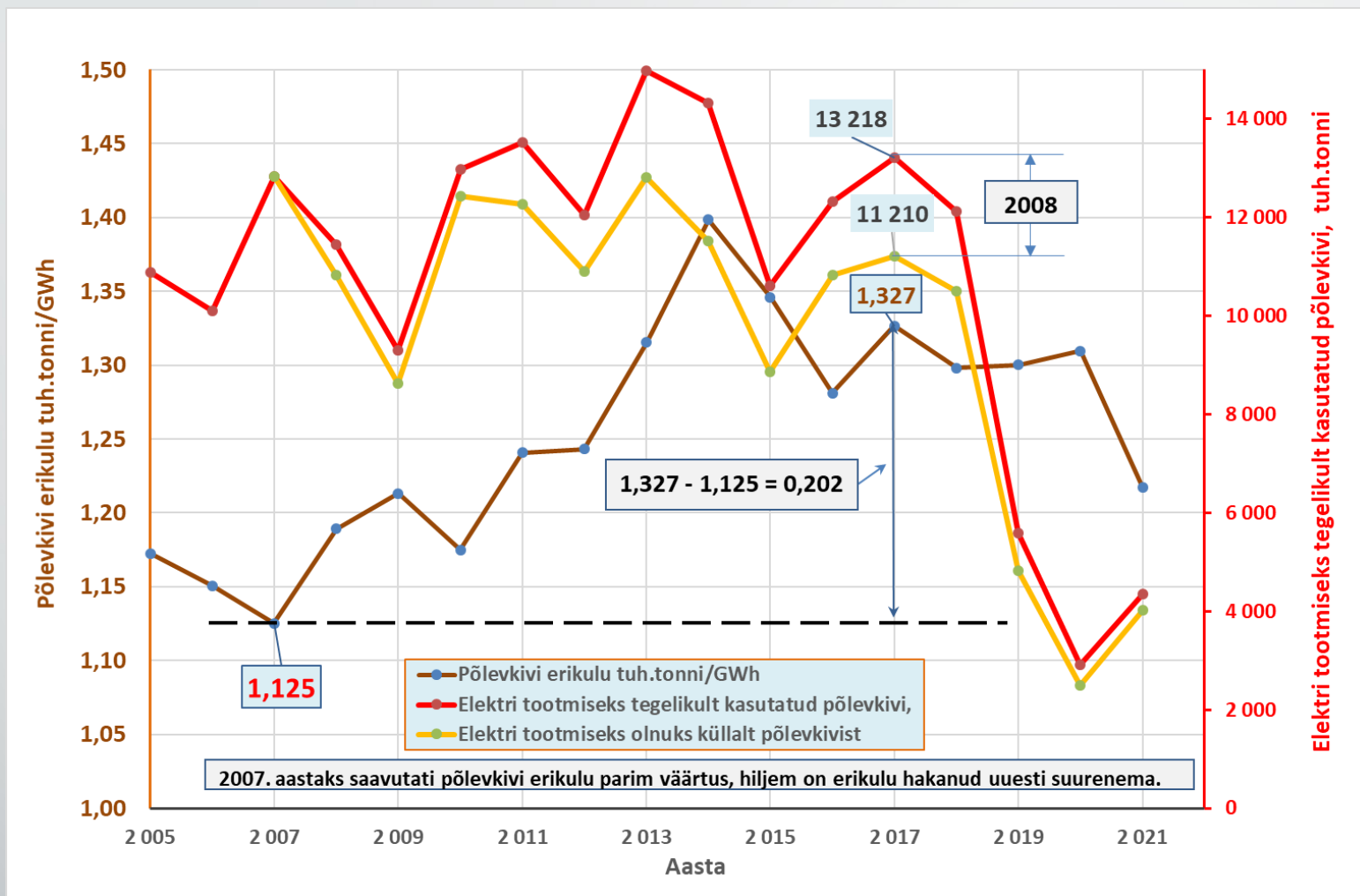
**Uurime, kas tuuleenergeetika arendamisega
Eestis saavutatakse fossiilkütuste
kasutamise vähenemine?**

- 
- Eelpool selgus, et tuuleparkide ilmumisega elektrisüsteemi kaasneb keskkonnale kahjuliku CO₂ heite suurenemine (joon.5). Küsimuseks jääb, millised muutused toimuvad põlevkivi kasutamises.
 - Kui suured need muutused on, võib leida jooniselt 6.
 - Elektritoodangu ja -tarbimiskõverate võrdlus näitab, et 2019. aastal kahanes elektritoodang esmakordselt alla Eesti oma tarbimise. Kahanemise põhjustas põlevkivi kasutamise piiramine elektri tootmiseks ja samas ei jõudnud muud elektritootjad kahanenud koguseid asendada.
 - Tootmisel tekkinud puudujääk asendati impordiga koos õigustusega, et see aitab vähendada keskkonnasaastet. Kuid tuuleparkide ülesseatud võimsuse suurenemisega kaasnes põlevkivi erikulu kasv ja sellega koos vähenes kasutamise efektiivsus.




Joon.6
Põlevkivi kasutamine elektri tootmiseks ja elektrienergia tarbimine

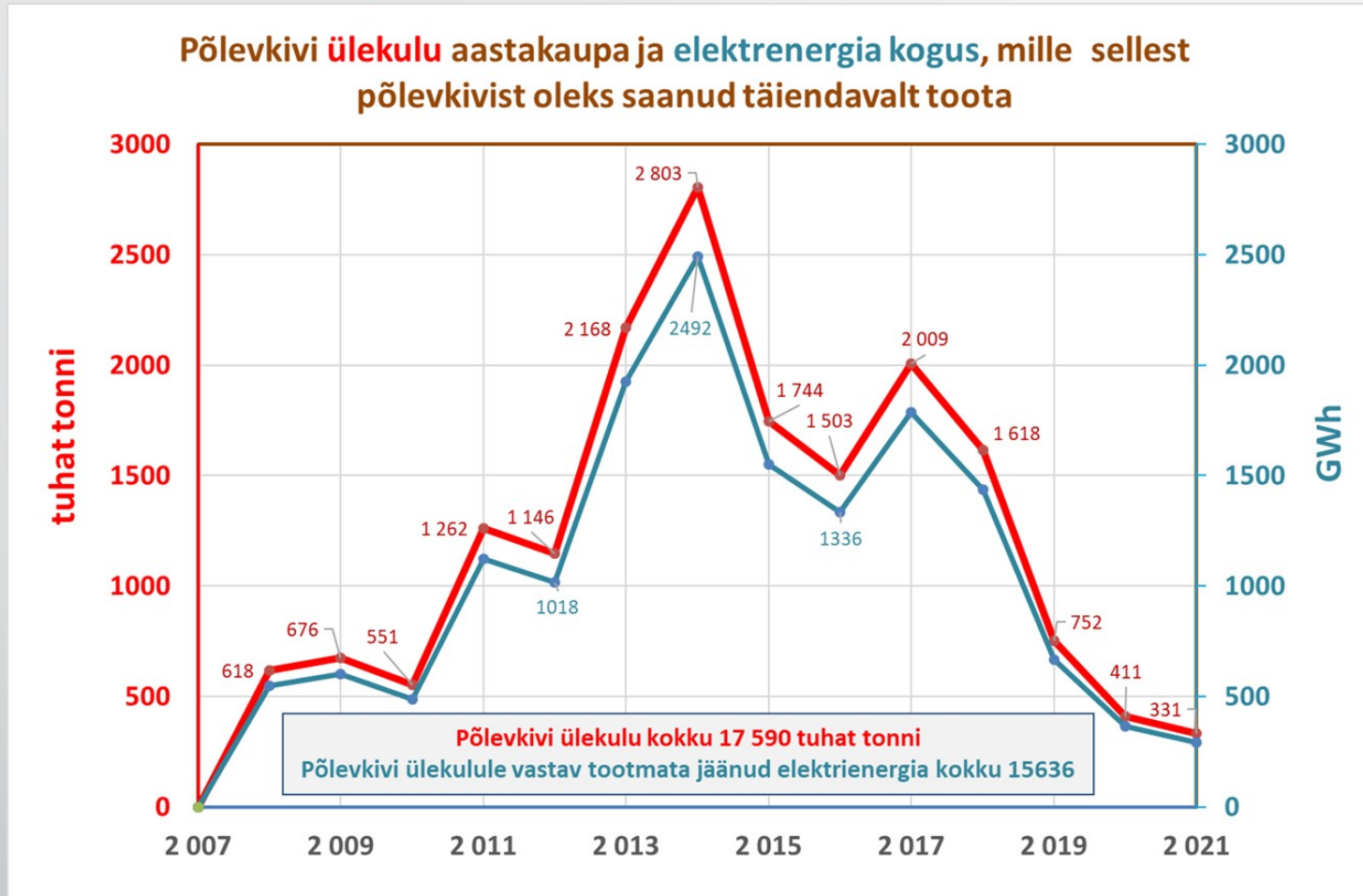
- Elektri tootmisel põlevkivi kasutavates elektrijaamades saavutati parim tulemus 1,125 tuh.t/GWh aastal 2007. Nagu eespool selgus, peaksime edaspidi mitte ületama seda väärtust, sest oluline on piirata CO₂ heidet.
- Põlevkivi erikulu kasv tingib Narva elektrijaamade kateldes põlevkivi suuremate koguste kasutamise. Väite kinnitamiseks võtame aluseks joonisel 6 esitatud elektrienergia toodangu ja tarbimise ja lisaks elektri tootmiseks kasutatud põlevkivi kogused ning esitame joonisel 7 asjakohase arvutuse.
- Võtame aluseks elektritoodangu tegelikud väärtused aastate kaupa ja võrdleme põlevkivi parima erikuluga 1,125 tuh.t/GWh. Tekkiva vahe arvel oleks võinud kas põletada vähem põlevkivi või toota täiendavaid koguseid elektrit.
- Joonisel 7 esitatud arvutusnäide kahjuks kummutab lootuse, et impordi arvelt on võimalik alandada kütuse erikulu allapoole 2007. aasta väärtust 1,125 tuh.t/GWh (kg/kWh).



Arvutusnäide:
 2017. aastal kulutati
 põlevkivi kas 2008
 tuh.t. ülearu, või jäi
 tootmata
 $2008 / 1,125 = 1785$
 GWh elektrit.


Joon.7
Eesti elektroenergeetika arenguid Eesti Statistika poolt avaldatud andmete põhjal.

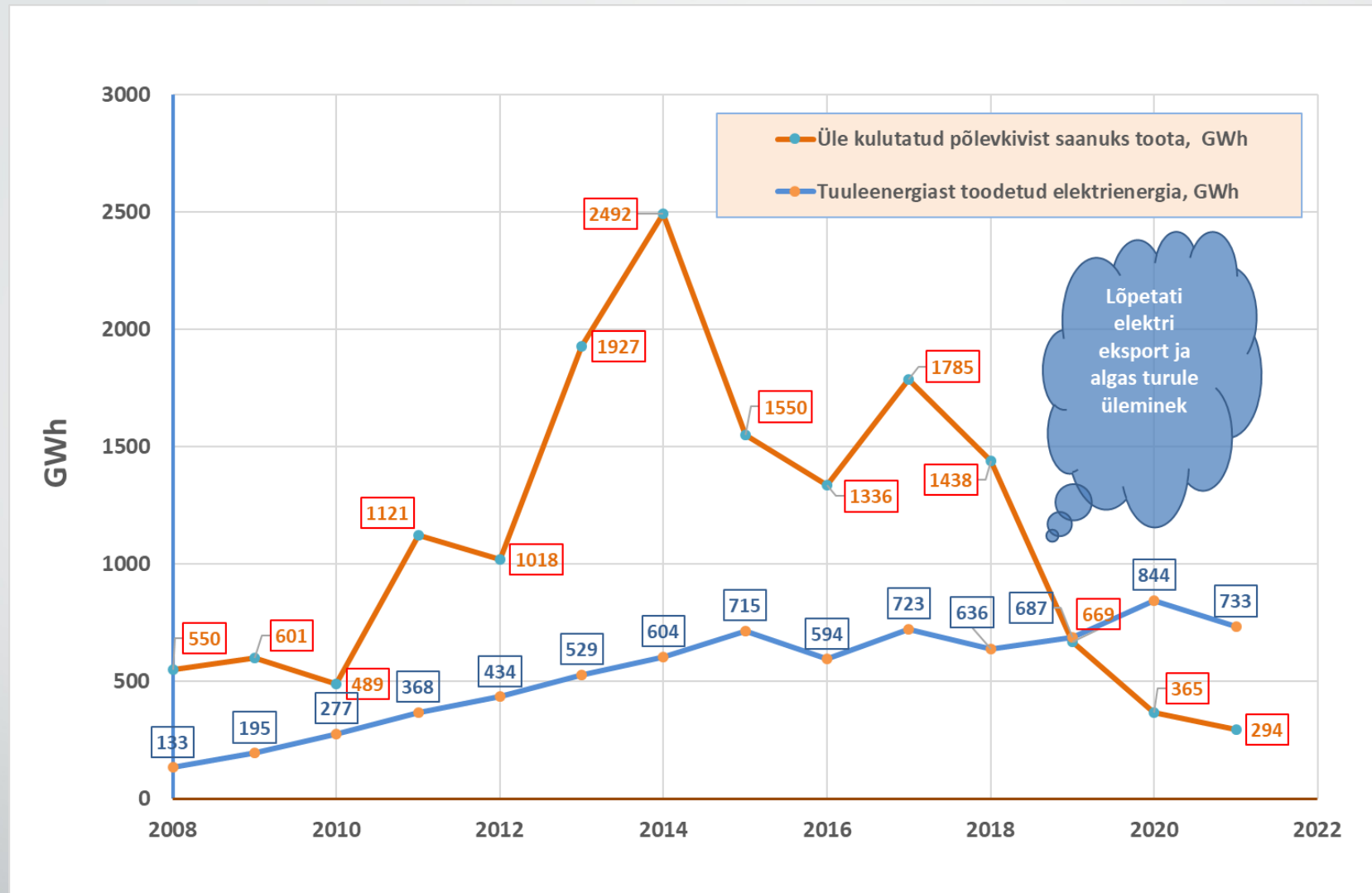
- 
- Kirjeldatud olukorra tekitab põlevkivijaamade käigus hoidmine tuuleparkide toodangu ebaühtluse ja mitte eriti täpse prognoosimise kompenseerimiseks. Need jaamad saavad turule siseneda ainult Nordpool'i kõrgemate hindade perioodil, kui Euroopas mujal ja meil on suhteline tuulevaikus ja lisaks vett hüdroelektrijaamade veehoidlates vähe.
 - Iga selline sisenemine suurendab kütusekulu võrreldes stabiilse toodangu perioodidega.
 - Joonisel 8 esitatakse kokkuvõtvalt põlevkivi ülekulu ja elektrienergia võimaliku toodetava koguse arvutused vaatlusalusele perioodile 2007 kuni 2021.



Joonisel 7 esitatud metoodika alusel on joonisele 8 koondatud arvutustulemused aastate kaupa ja see andis võimaluse leida kogused kogu tuuleparkide arenduse perioodil aastani 2021.

Joon.8
Eesti elektroenergeetika arenguid Eesti Statistika poolt avaldatud andmete põhjal.

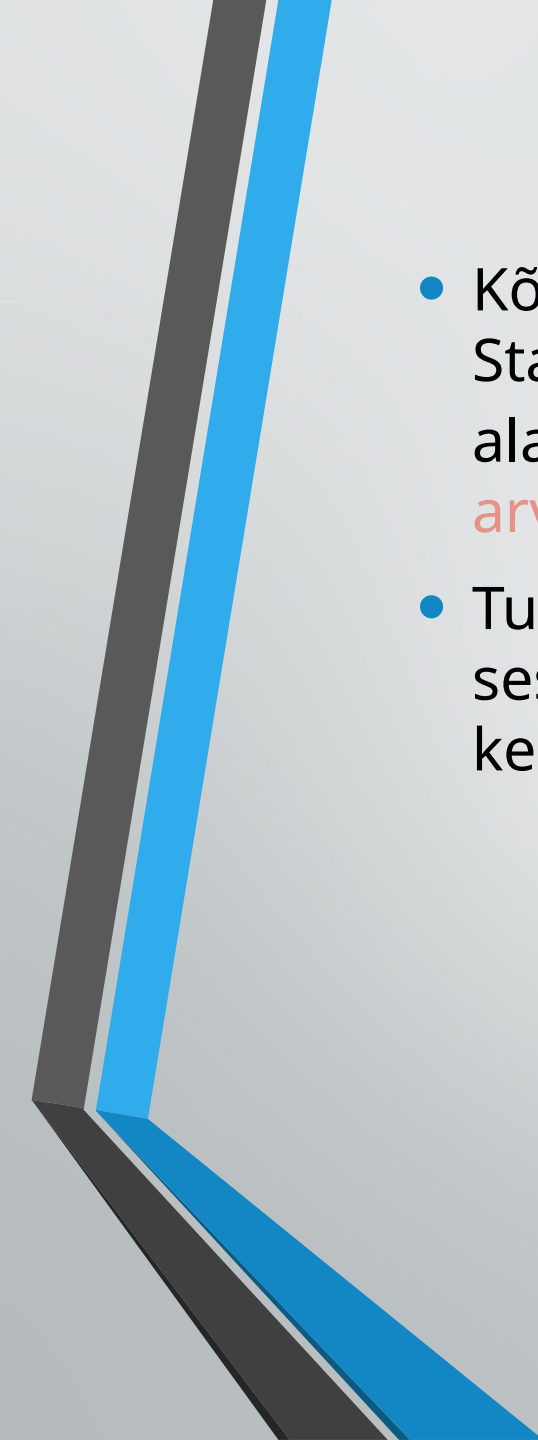
- 
- Täiendavalt on joonisel 9 kõrvutatud elektrienergia kogused, mida oleks saanud toota ülekulutatud põlevkivist parimates tingimustes (1,125 tuh.t/GWh) ja tuuleparkide tegelik toodang samal aastal.
 - On üheselt selge, et ühelgi aastal kuni 2019. aastani ei suutnud tuulepargid toota elektrit rohkem, kui oleks põlevkivist olnud võimalik. Vähenemine on võimalik ainult elektri impordi arvel. Kas see on otstarbekas?



Joon.9
Eesti elektroenergeetika arenguid Eesti Statistika poolt avaldatud andmete põhjal

Järeldused

- Tuuleenergeetika arendamise tulemusena saavutati oodatule vastupidine efekt – selle asemel, et tuuleparkide abil pidanuks vähenema keskkonnale ohtliku CO₂ heide, toimus vastupidiselt selle suurenemine. Tekib küsimus, mille arvel esitatakse vastupidiseid andmeid.
- Põlevkivielektriijaamades vastupidiselt ootustele toimub põlevkivi erikulu suurenemine. Põlevkivi kogukulu vähenemine on toimunud elektri impordi ja samaaegselt Eesti oma elektriijaamade toimimise halvenemise arvel.
- Põlevkivielektriijaamade rekonstrueerimise ja uue ehitamisega oleks saavutatud tunduvalt parem keskkonnasääst, kui tuuleparkide ehitamisega. Tuuleparkide elektritoodang jääb enamikul aastatel alla 10 %. Suurim oli protsent tuulerikkal aastal 2020.

- 
- Kõik selles töös kasutatud andmed on avalikud ja saadaval Statistikaameti kodulehel aadressil <https://andmed.stat.ee/et/stat>, alajaotistes Majandus/Energeetika ja Keskkond / Keskkonna arvepidamine / Õhuemissioonide arvepidamine.
 - Tuleb tõsiselt kaaluda tuuleparkide edasiste arenduste lõpetamist, sest senise praktika tulemusel saavutatakse CO2 heite osas keskkonnaseisundi halvenemine.

Autor

- Rein Oidram on lõpetanud Tallinna Polütehnilise Instituudi 1962. aastal Elektri ja sisetehnikate, -võrkude ja süsteemide erialal. Tehnikakandidaat 1971. aastast tolleaegse süstemaatika kohaselt.
- Töötas 1962 kuni emeriteerumiseni 2010. aastal Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika instituudis õppejõuna/dotsendina. Oli kõrgepingetehnika õppetooli juhataja.
- Peamised uurimistöö ja õppetöö tegevusalad on olnud seotud kõrgepingetehnikaga, taastuvenergeetikaga (alates 1991. aastast) ja standardimisega (oli Eesti Standardiameti kõrgepingekomitee juhataja). Standardimises osaleb ka praegu.
- Osalenud mitmetes taastuvenergeetika alastes uurimis- ja arendustöodes. Oli 2006. a. ETF grandide G5885 „Elektrituulikute ja energiasüsteemi koostöö modelleerimine“ juht, 2000. a. grandide G 4276 „Tuulegeneraatorite kasutamise võimalused ja efektiivsus Eestis“ täitja. Osalenud Estlink 1 vastuvõtukatsetel, osalenud 2009. a. põhitäitjana töös „Eesti elektrisüsteemi eralduskatsetega seotud mõõtmised ja analüüs“, mille eesmärgiks oli määrata Eesti elektrisüsteemi võime toimida eraldatuna naabersüsteemidest, Pakri ja Viru-Nigula tuuleparkide karakteristikute määramisel, jne.
- Käesolev uurimistöö on autori erainitsiatiiv. Tegutses on sundinud ohutunnetus Eesti taastuvenergeetika arendamisel ohtlikus suunas.
- Kontaktid: rein.oidram@ttu.ee, mob. 56641013.