

Elektrimajanduse stsenaariumid

Lembit Vali
Eesti Arengufond



Elektritootmise stsenaariumid

Teemad

- Ülesande püstitus
- Arvutusmudel Balmorel
- Arvutuste eeldused, valikukohad
- Stsenaariumid
- Tulemused
- Järeldused

Ülesande püstitus

- Eesmärgiks on valida optimaalseimad elektritootmise stsenaariumid, mis oleks tarbijale mõistliku hinna ja kättesaadavusega, vähese keskkonnamõjuga, kooskõlas Euroopa Liidu pikaajaliste energia- ning kliimapoliitika eesmärkidega ning pikaajaliselt kõige konkurentsivõimelisem.
- Energiavarustuse tagamine elektrimajanduses
- Energiajulgeoleku suurendamine
- Energiasääst

Arvutusmudel Balmorel

- Lineaarprogrammeerimisel põhinev elektrituru optimeerimismudel Balmorel
- Mudel minimeerib ühe aasta kaupa süsteemi elektriga ja kaugküttesoojusega varustamise kogukulud. Modelleeritud on aastad 2012 (referentsaasta), 2020, 2022, 2024, 2026, 2028, 2030, 2035, 2040, 2045 ja 2050.
- Balmoreli mudel teeb vastavalt majanduslikule tasuvusele investeeringuid tootmisvõimsustesse (alates aastast 2020).
- Mudelisse on peale Eesti veel sisestatud järgmised riigid: Läti, Leedu, Soome, Rootsi, Norra, Taani, Saksamaa, Poola ning Venemaa loodepiirkond.
- Mudel arvestab riikidavaheliste elektriliste ühendustega

Eeldused ja valikukohad

- Elektriturg toimib efektiivselt
- Subsidiidumid puuduvad
- CO₂ kvoodi hinna ning kütuste hindade prognoosid põhinevad Rahvusvahelise Energiaagentuuri analüüsil World Energy Outlook 2013[1] New Policies
- CO₂ - 2030.a. 24,75 €/t, 2050.a. 45 €/t
- Põlevkivi hind on väärtuspõhine
2030.a. 5,99 €/GJ
- Mikro-ja hajatootmine on sisestatud mitteturupõhiselt
- Elektri ja soojuse koostootmise valik majandusnäitajate alusel
- Stsenaariumide valik peab tagama erinevate võimaluste realiseerumise.
- Elektritarbimine 2030.a. 8,89 TWh 2050.a. 11,41 TWh

Stsenaariumid

Modelleeritud stsenaariumid:

- Liberaalne stsenaarium (baaststsenaarium)
- Liberaalne+ (varustuskindluse stsenaarium)
- Taastuenergia stsenaarium
- Taastuenergia++ stsenaarium
- Põlevkivi ja Uttegaas elektriks stsenaarium

Liberaalne stsenaarium

- Elektri- ja soojanõudluse tarbimine täidetakse turuolukorras majanduslikult kõige otstarbekamal viisil.
- Liberaalne stsenaarium on baastsenaarium (majandusmõjude hindamisel võrreldakse teisi stsenaariume liberaalse stsenaariumiga)

Libaraalne+ stsenaarium

- Eestis peab olema elektrienergiaga varustamine tagatud N-1-1 häiringu puhul.
- Süsteemihalduri nõudel peab pidevalt töös olema 200 MW tootmisvõimsusi

Taastuenergia stsenaarium

- Fossilkütused on lubatud ainult: Auvere SEJ ja NEJ 8. ja 11. plokk
- Taastuenergia eesmärk

Aasta	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2035	2040	2045	2050
Taastuenergia eesmärk, %	17,4	24	30	37	43	50	63	75	88	100

Taastuenergia++ stsenaarium

- Fossilsed kütused keelatud(v.a. olmeprügi ja turvas)
- Koostootmisjaamadele piirang ei kehti
- Soojuse tootmisel taastuenergia eesmärk

Aasta	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2035	2040	2045	2050
Taastuenergia eesmärk, %	17,4	24	30	37	43	50	63	75	88	100

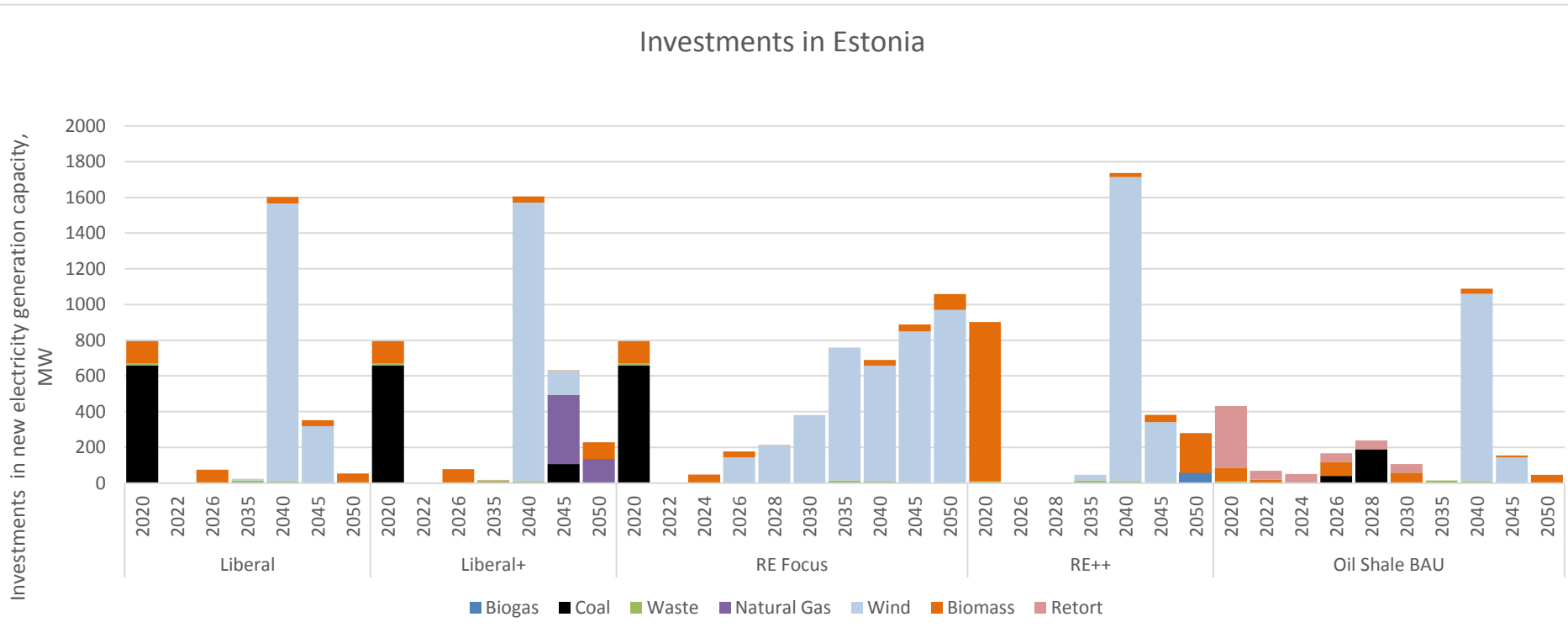
Põlevkivi õliks ja uttegaas elektriks

- Põlevkivi hind 2012.a. 1,7595 €/GJ +kasv 2% aastas. Kaevemaht 20 milj.t (geoloogiline varu)
- Kasutatava põlevkivi ja uttegaasi kogused elektri tootmiseks

Aasta	2020	2022	2024	2026	2028	2030 ja edasi
Kasutatav põlevkivi kogus, TJ	84 840	67 956	51 072	34 188	17 304	420
Kasutatav uttegaasi kogus, TJ	22 716	26 262	29 808	33 354	36 900	40 446

Tulemused

- Investeeringud



Tulemused

Tõhususe näitajad 2030	Liberal	Liberal+	RE focus	RE++	PK+uttegaas
Elektri lõpptarbimine TWh	8,89	8,89	8,89	8,89	8,89
Energiasääst	0	0	0	0	0
CO2 emission 2012 vs 2030 Tuh.tonni	2012.a. 13111 2030.a. 3904	13111 3907	13111 3873	13111 105	13111 4509
Fossiilkütuste tarbimine PJ 2012 vs 2030	2012.a. 128,9 2030.a. 42,9	128,9 42,9	128,9 42,48	128,9 0	128,9 63,6
Taastuvate energiaallikate tarbimine PJ 2012 vs 2030	2012.a. 7,11 2030.a. 21 14	7,11 21 14	7,11 21 42	7,11 54 5	7,11 18 65

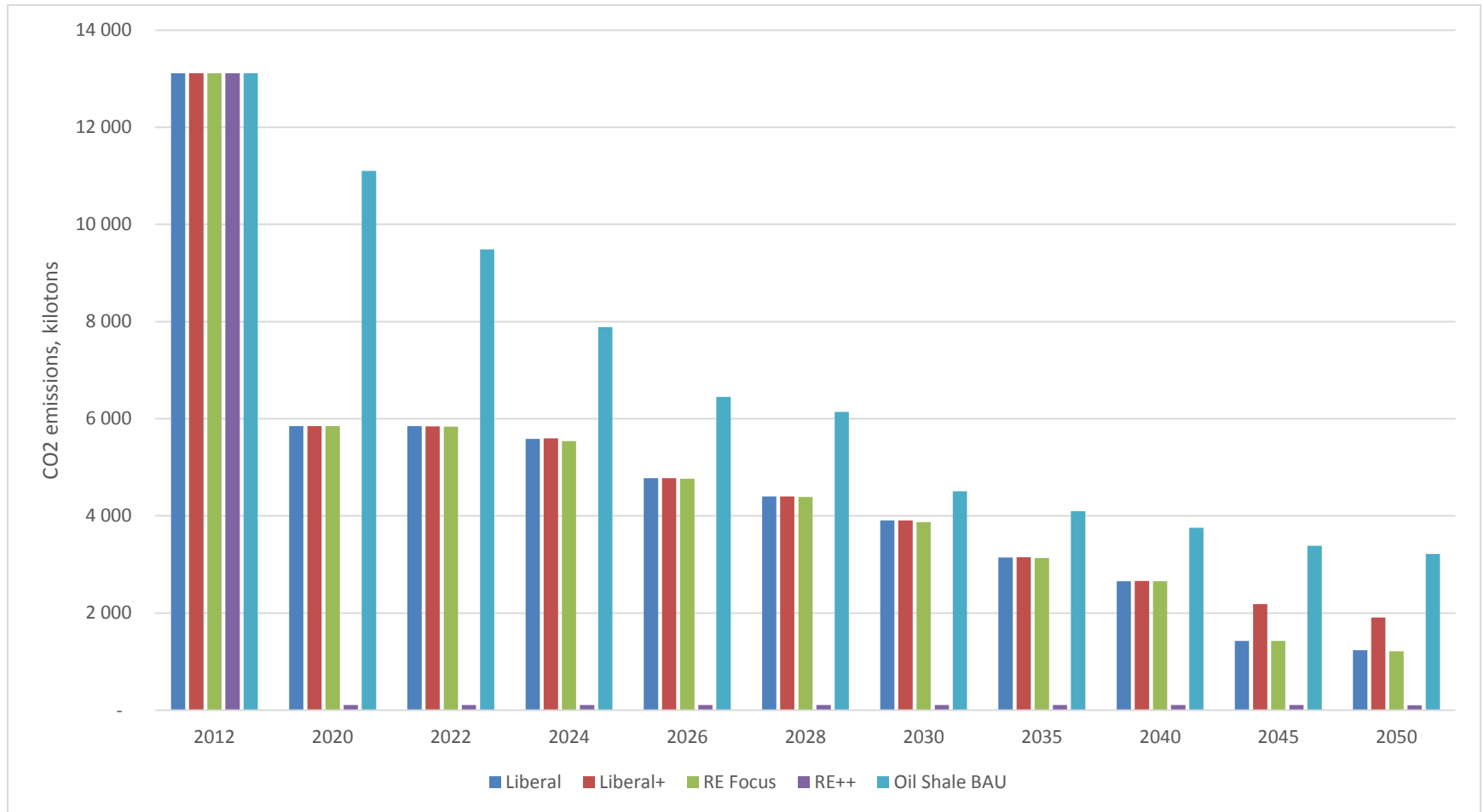
Tulemused

Maksumus €	Liberal	Liberal+	RE focus	RE++	PK+uttegaas
Elektri tootmiskulu kokku 2015-2030 M€	6890	6895	8907	6075	9929
Investeeringud M€	2030.a. 568 2050.a. 2943	1091 3263	1663 4768	689 3771	478 1975
Investeeringute % 2015-2030.a.tootmis kuludest	8,2	15,8	18,6	11,3	4,8
Väliskulud kokku 2015-2030	0	0	0	0	0
Maksumus kokku M€	7458	7986	10570	6764	10407
Ühikmaksumus (investeering) €/TWh/a 2030.a.	4,32	8,31	12,67	5,25	3,64

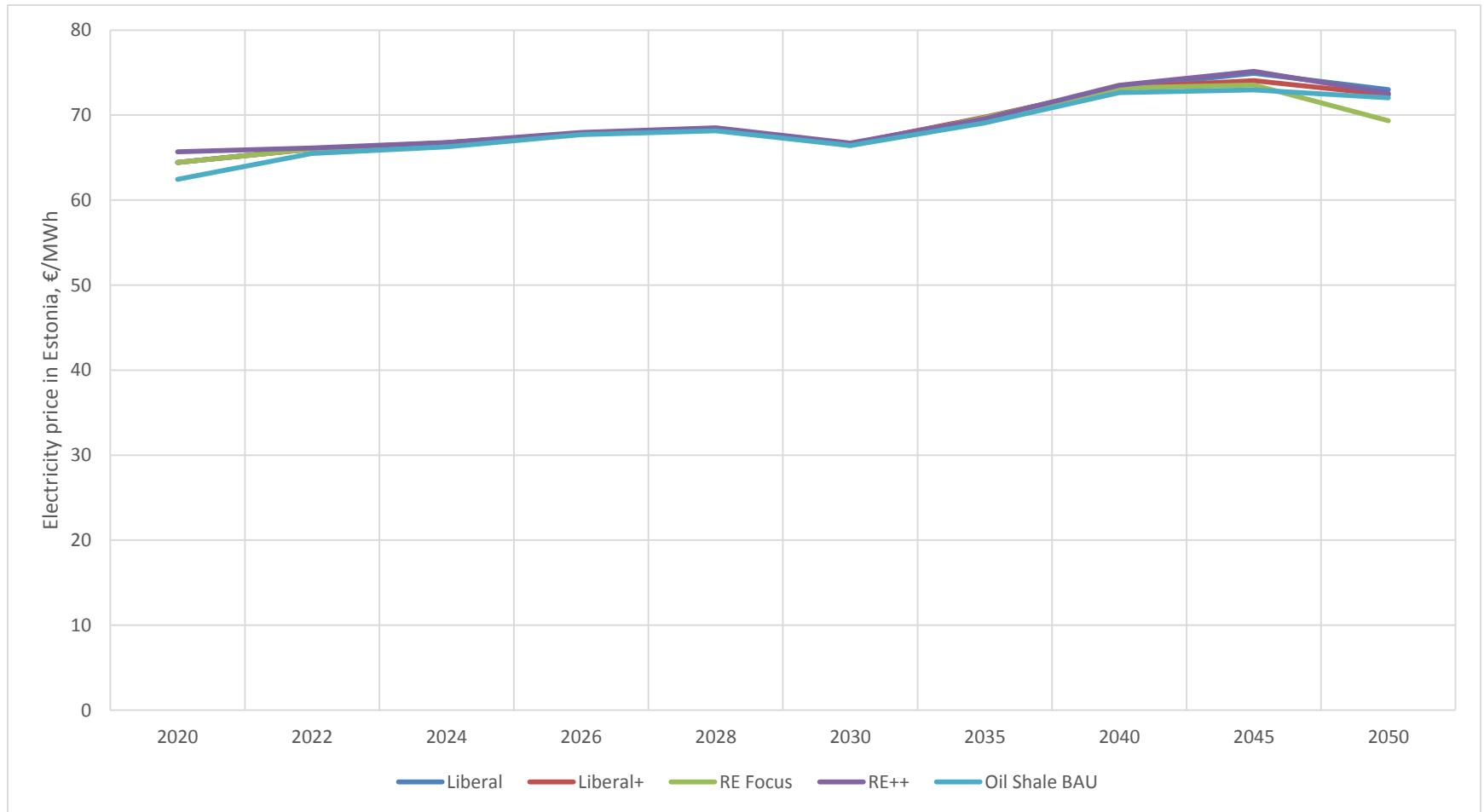
Tulemused

Oodatavad tulemused	Liberal	Liberal+	RE focus	RE++	BAU
Elektri hind NPS €/MWh	66,6	66,62	66,41	66,72	66,43
Toodang Eestis TWh	7,185	7,1879	9,3143	6,323	10,3827
CO2 emission t.t	3904	3907	3873	105	4509

CO2 emissioonid



Elektri turuhind



Järeldused

- Tänu Eesti tarbimise väikesele osakaalule elektriturul ja tänu võimsatele ühendustele naaberriikidega erinevate stsenaariumide elektri turuhind on praktiliselt ühesuurune
- Väärtuspõhise põlevkivi turuhinna korral on mõistlik investeerida elektrijaamade ümberehitusse üleminekuks teistele kütustele
- Liberal+ stsenaariumi korral on vajalik gaasiturbiinide ehitus N-1-1 nõude täitmiseks
- Mis on kasulik ettevõtjale ei pruugi olla kasulik riigile tervikuna (põlevkivi õliks ja uttegaas elektriks(BAU) stsenaarium)
- Kõik stsenaariumid tagavad varustuskindluse ja energiajulgeoleku nõuded
- Põlevkivi õliks ja uttegaas elektriks(BAU) stsenaarium on suurimate CO₂ heitmetega

Elektrivõrgu stsenaariumid

Elektrivõrgu stsenaariumide sisendid

- Elektrivõrgu arengut mõjutab elektritarbimise maht ja paiknemine võrgus.
- Elektri uute tootmisvõimsuste ehitamine mõjutab elektrivõrku läbi liitumisteks vajalike võrkude ehitamise ja energiavoogude muutuse põhivõrgus.
- Jaotusvõrku mõjutab haja-ja mikrotootmise kiire areng.
- Jaotusvõrkudes on erinevad töökindluse näitajad
Elektrilevi OÜ SAIDI=188(avariiline), plaaniline 91
- Tarbijad ei ole rahul elektri kvaliteediga ja töökindlusega
- Ühinemine Kesk-Euroopa sagedusalaga otsustatakse eraldi sõltumata valitud elektrivõrgu stsenaariumist
- Elektriturul esineb ülekandmisel piiranguid Läti suunal

Elektrivõrgu stsenaariumid

- Mittesekkuv: 68% jaotusvõrgust kaablis, SAIDI muutus 188 h-lt 130 ni (summaarne katkestuse kestvus ühele tarbijale) koos plaaniliste katkestustega.
- Reaalne: 78% jaotusvõrgust kaablis SAIDI 90 koos plaaniliste katkestustega.
- Panustav: 100% jaotusvõrgust kaablis SAIDI 30 koos plaaniliste katkestustega.

Meetmed ja tegevused

Meetmed ja tegevused	Sisu lühikirjeldus
Meede 1.1 Elektrienergia tõhus ülekanne	
Tegevus 1.1.1 Võrguteenuste kvaliteedi tõstmine	Standardite EVS-IEC 60038, EVS-EN 50160, IBC 61000 nõuete täitmine tarbija liitumispunktides.
Tegevus 1.1.2 Õhuliinide asendamise ja ilmastikukindlate lahendustega	Maakaablite paigaldamine, isoleeritud õhuliinijuhtmete paigaldamine, hooldustööde mahtude suurendamine.
Tegevus 1.1.3 Uute 330 kV liinide rajamine	Sindi-Riia 330 kV ja Sindi-Harku 330 kV õhuliini ehitamine.
Tegevus 1.1.4 Uute elektrijaamade liitumiste rajamine	330 kV ja 110 kV liinide ning alajaamade ehitamine elektrijaamade liimiseks elektrivõrguga, jaotusvõrgu vastavusse viimine väiketootjate liitumiseks
Tegevus 1.1.5 Uute tehniliste lahenduste ja muude meetmete kasutuselevõtt	Aruka võrgu lahendused; iseseisva sagedusega võrguna töötamine st. töötamine lahtiühendatuna võrgust või töötamine lühiajaliselt võrgust väljalülitamise korral, arveldamine tunnibilansi alusel, ülekandetariifi muutus püsi- ja muutuvkuludid arvestavaks.

Meetmete mahud

Meede 1.1 Elektrienergia tõhus ülekanne	Standardite EVS-IEC 60038, EVS-EN 50160, IBC 61000 nõuete täitmine tarbija liitumispunktides 95%	Standardite EVS-IEC 60038, EVS-EN 50160, IBC 61000 nõuete täitmine tarbija liitumispunktides 98%	Standardite EVS-IEC 60038, EVS-EN 50160, IBC 61000 nõuete täitmine tarbija liitumispunktides 100%
Tegevus 1.1.1 Võrguteenuste kvaliteedi tõstmine	SAIDI 130	SAIDI 90	SAIDI 30
Tegevus 1.1.2 Õhuliinide asendamine ilmastikukindlate lahendustega	<p>Ilmastikukindla võrgu osakaal 68%</p> <p>Sh. MP maakaabel 30% Paigaldada 1400 km</p> <p>MP kaetud liin 60% Paigaldada 8900 km</p> <p>MP paljasjuhe 10%</p> <p>KP maakaabel 30% Paigaldada 900 km</p> <p>KP kaetud liin 25% Paigaldada 6500 km</p> <p>KP paljasjuhe 45%</p>	<p>Ilmastikukindla võrgu osakaal 78%.</p> <p>MP maakaabel 54 % Paigaldada 10000 km</p> <p>MP kaetud liin 46 % Paigaldada 4 000 km</p> <p>MP paljasjuhe 0 %</p> <p>KP maakaabel 53 Paigaldada 8 000 km</p> <p>KP kaetud liin 6 Paigaldada 2 300 km</p> <p>KP paljasjuhe 41 %</p>	<p>Ilmastikukindla võrgu osakaal 100%.</p> <p>Paigaldada: Maakaabid 17000 km</p> <p>sh. 0,4 kV 14000 km, 10-35 kV 3000 km</p> <p>Õhukaablid 18000 km sh. 6-35 kV liinid 18000 km</p>

Meetmete mahud

<p>Tegevus 1.1.3 Uute 330 kV liinide rajamine</p>	<p>Sindi-Harku 330 kV liin 170 km Sindi-Riia 330 kV liini ehitus</p>	<p>Sindi-Harku 330 kV liin 170 km Sindi-Riia 330 kV liini ehitus</p>	<p>Sindi-Harku 330 kV liin 170 km Sindi-Riia 330 kV liini ehitus</p>
<p>Tegevus 1.1.4 Uute elektrijaamade rajamine liitumiste</p>	<p>110 kV liinide ehitus uuteks liitumisteks: Tootmissts. a)Liberaal sts. 125 km b) Liberaal+ sts. 125 km c) Taastuenergia sts.125 km 330 kV liinide ehitus uuteks liitumisteks : d) Taastuenergia sts.50 km e) PK+Uttegaas sts. 20 km</p>	<p>110 kV liinide ehitus uuteks liitumisteks: Ttootmisstsenaarium a) Liberaal sts. 125 km b) Liberaal+ sts. 125 km c) Taastuenergia sts.125 km 330 kV liinide ehitus uuteks liitumisteks : d) Taastuenergia sts. 50 km e) PK+Uttegaas sts. 20 km</p>	<p>110 kV liinide ehitus uuteks liitumisteks: Tootmisstsenaarium a) Liberaal sts. 125 km b) Liberaal+ sts. 125 km c) Taastuenergia sts.125 km 330 kV liinide ehitus uuteks liitumisteks : d) Taastuenergia sts.50 km e) PK+Uttegaas sts. 20 km</p>
<p>Tegevus 1.1.5 Uute tehniliste lahenduste ja muude meetmete kasutuselevõtt</p>	<p>Net-Metering põhimõtte rakendamine. Haja(mikro)tootja töötamine „saarena“.</p>	<p>Net-Metering põhimõtte rakendamine. Haja(mikro)tootja töötamine „saarena“.</p>	<p>Net-Metering põhimõtte rakendamine. Haja(mikro)tootja töötamine „saarena“.</p>

Stsenaariumide maksumus

Maksumus €	Mittesekkuv	Reaalne	Panustav
Otsekulu 2015-2030	2116 milj.€	3566 milj.€	5564 milj.€
Sh investeeringud	1246 milj.€	2696 milj.€	4694 milj.€
Investeeringute % otsekulust	58,9%	75,6%	84,3%
Väliskulud kokku 2015-2030	-155 milj.€	-187 milj.€	-246 milj.€
Maksumus kokku 2015- 2030	1961 milj.€	3379 milj.€	5318 milj.€
Maksumus €/MWh	14,9	25,7	40,5

Oodatavad tulemused

Oodatavad tulemused	Mittesekkuv sts.	Reaalne sts.	Panustav sts.
Energiasääst kao vähenemisest €/a	13,1 milj.€/a	16,3 milj.€/a	22,8 milj.€/a
Katkestuskahju vähenemine €/a	19,4 milj.€/a	23,4 milj€/a	30,7 milj.€/a
Katkestusaeg tarbimiskohale aastas min.	130 min	90 min	30 min

Katkestuste hind

Stsenaariumid	Välismõju ühikutega	Väliskulu €
Mittesekkuv	Katkestuse aeg tarbimiskohale aastas 130 min	Katkestuse maksumus Avariiline 147 tuh.€/min Plaaniline 86 tuh.€/min 19,4 milj.€/a
Reaalne	Katkestuse aeg tarbimiskohale aastas 90 min	Katkestuse maksumus Avariiline 147 tuh.€/min Plaaniline 86 tuh.€/min 23,4 milj.€/a
Panustav	Katkestuse aeg tarbimiskohale aastas 30 min	Katkestuse maksumus Avariiline 147 tuh.€/min Plaaniline 86 tuh.€/min 30,7 milj.€/a

Järeldused

- Haja- ja mikrotootmise arendamiseks tuleb lubada tootjatel töötada ka lahutatuna elektrivõrgust, juurutada NET-METERING
- Jaotusvõrgu keskpinge võrgu töökindlust tuleb suurendada hooldustööde osakaalu tõstmisega (trasside puhastamine ja laiendamine)
- Elektrivõrgu töökindluse tõstmise maksab kinni tarbija. Investeerida tuleb kõige kriitilisematesse kohtadesse.
- Suurendada ülekandevõrgu läbilaskevõimet elektrituru piirangute kaotamiseks (Läti suund)
- Elektri tootmise ja elektrivõrgu stsenaariumid on omavahel sõltumatud
- Kaaluda jaotusvõrgu tariifi püsikulu komponendi lisamist ja töökindlusnäitajate diferentseerimist sõltuvalt tarbimistihedusest