

**Päikeseenergia täna ja homme**  
**Planeerimiskonverents 2019**  
**08.11.2019**

**Andres Meesak**  
**Eesti Päikeseelektri Assotsiatsioon**



# Motivaatorid taastuenergia tehnoloogiate kasutuselevõtuks

- **Regulatiivsed** – ma pean (hoonete energiatõhususe nõuded, nõue piirata KHG emissiooni, ...)
- **Majanduslikud** – see on mulle kasulik (sääst igakuistelt energiakuludelt)
- **Maailmavaatelised** – ma tahan säästa keskkonda

## 20. sajandi Eesti energeetika on lugu tsentraliseerimisest



Ellamaa elektrijaam 1923



Balti elektrijaam oli maailma esimene suurevõimsuseline kõrgrõhuelektrijaam, mis põletas madala kvaliteediga ja suure tuhasisaldusega kütust.

Balti elektrijaam 1959

Juba aastaid näitavad Eurobaromeetri uuringud, et eestlased on eurooplaste seas üks kliimamuutusi kõige vähem tähtsustavaid rahvaid. Justkui elaksime siin Euroopa perifeerias metsade varjus vanajumala selja taga puutumatuna globaalselt üha kriitilisemaks muutuvast magevee probleemist, põudadest, sagenevatest kuumalainetest ja üleujutustest.

**Kati Orru,**  
Tartu Ülikooli  
keskkonnasotsioloog  
**EPL 10.12.2015**

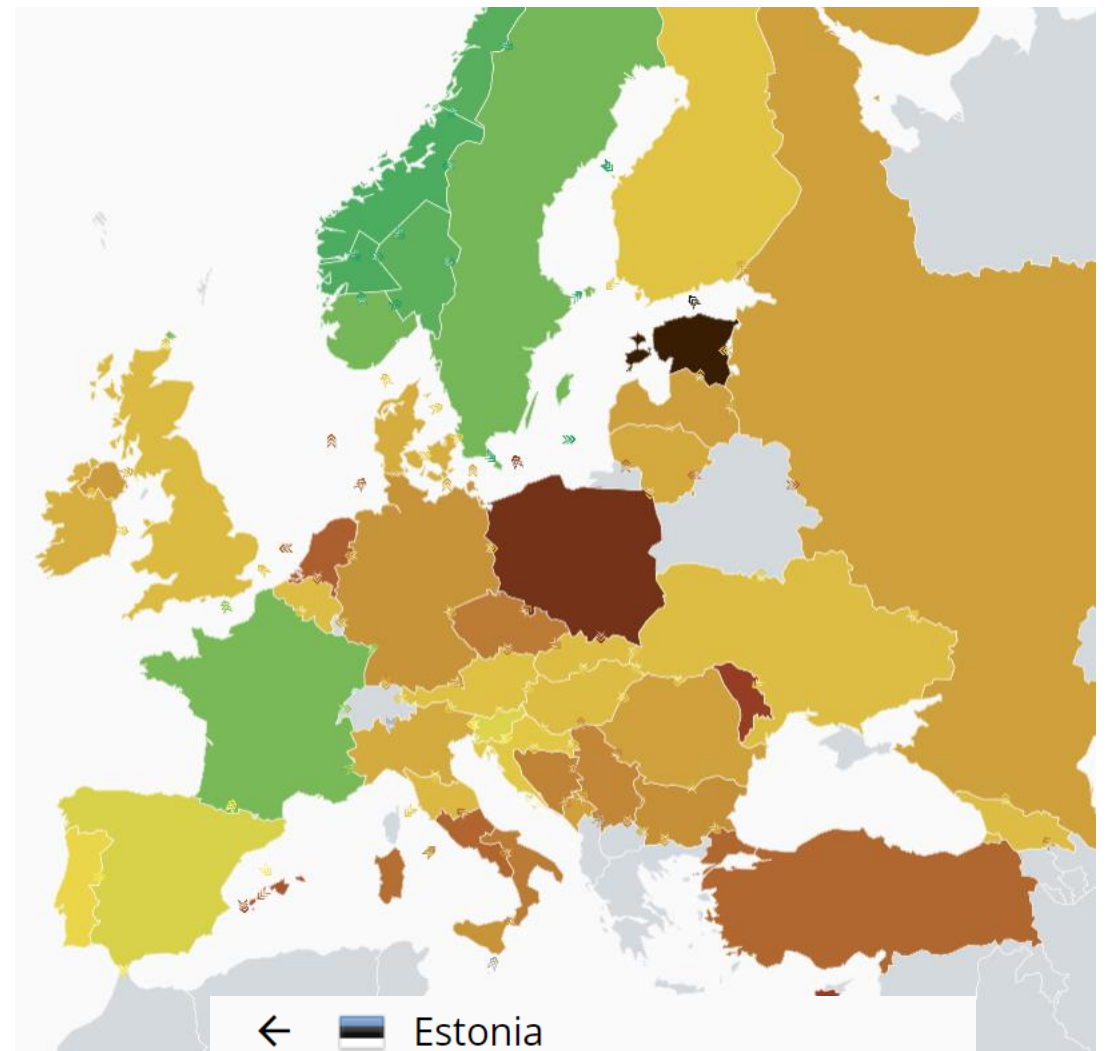


**CLIMATE NEUTRAL**

**EUROPE**

**2050**

**#EU2050**



**Estonia**

November 7, 2019 11:58 PM

**960g**

Carbon Intensity  
(gCO<sub>2</sub>eq/kWh)

**21%**

Low-carbon

**14%**

Renewable



INTERVJUU 4. JUUNI 2019

SULEV VEDLER

# Taavi Veskimägi: „Mitte Vene importelekter ei pane Narva jaamu kinni, vaid Euroopa päike ja tuul!“

Kõrgepingevõrku ja suuri gaasitorusid omavat riigifirmat Elering on juba kümme aastat juhtinud Taavi Veskimägi. Hiljuti pikendati tema juhivolitust veel viie aasta võrra.



JAGA



143



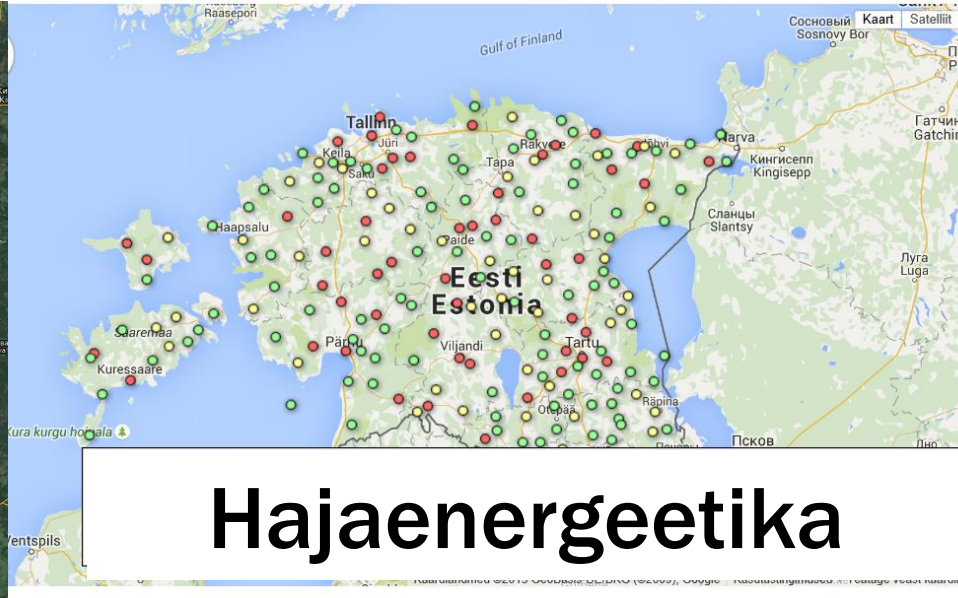
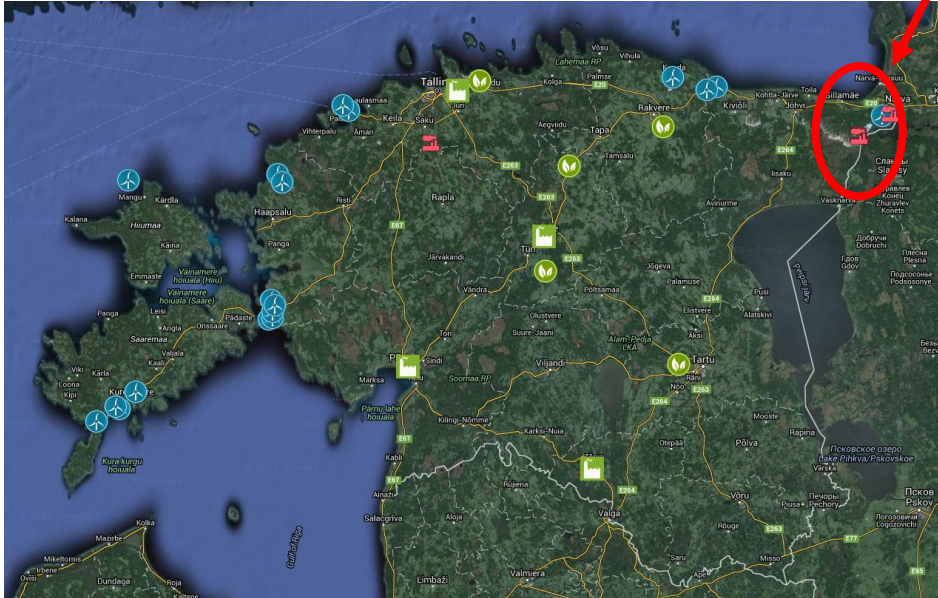
KUULA



EPEA

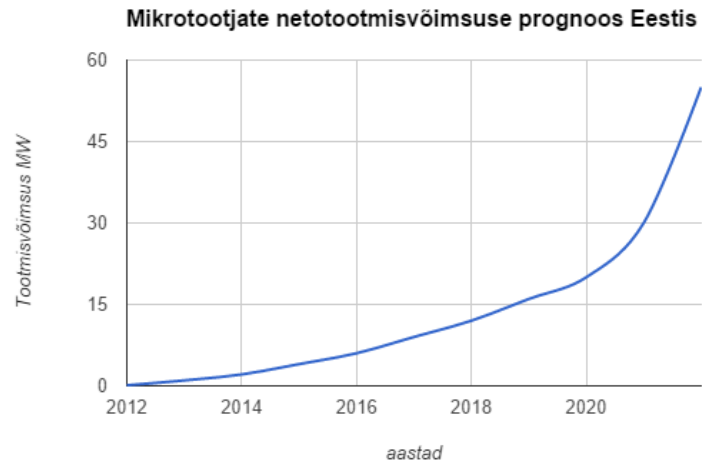
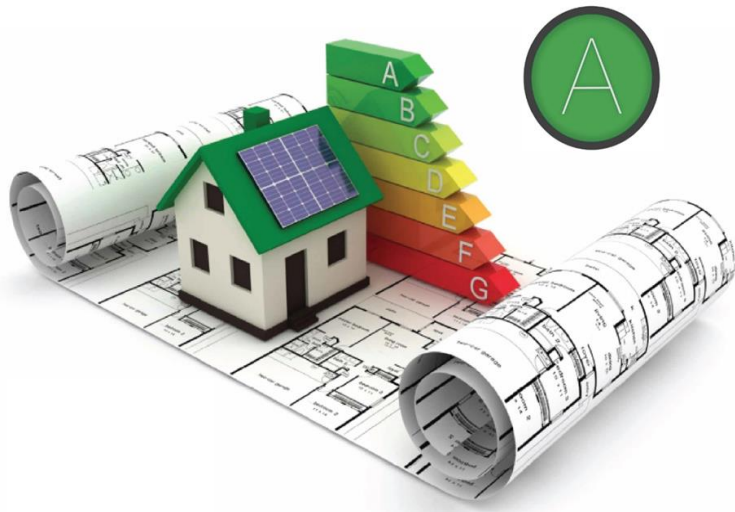
80% elektri sisetarbimisest  
toodetakse 2-3km kaugusel  
Vene Föderatsiooni piirist

2015



**Hajaenergeetika**

# Euroopa Liidu Hoonete energiatõhususe direktiiv (2010/31/EL):



**01.01.2019** kõik riigi poolt kasutatavad uusehitised

**01.01.2021** KÕIK uusehitised

**KAS LIGINULL VÕI NULLENERGIA HOONED**

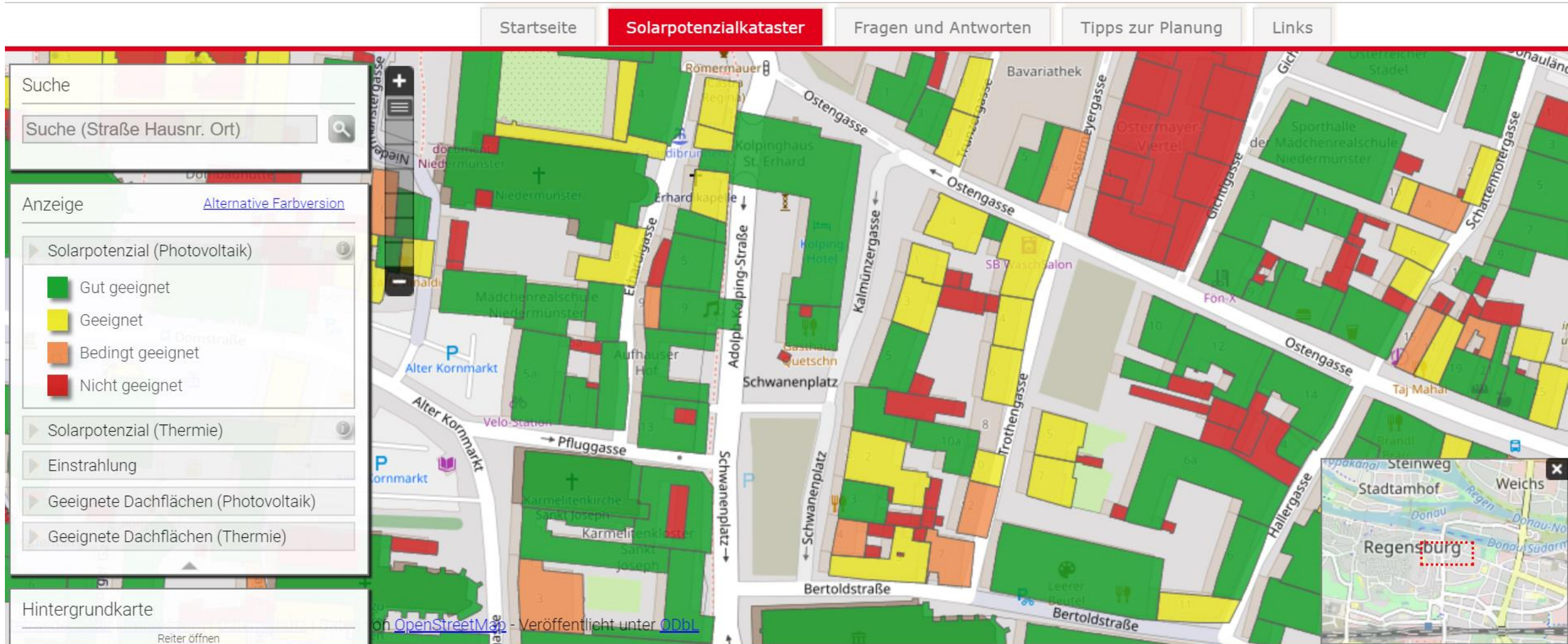


# Optimaalne paigaldusnurk Eestis

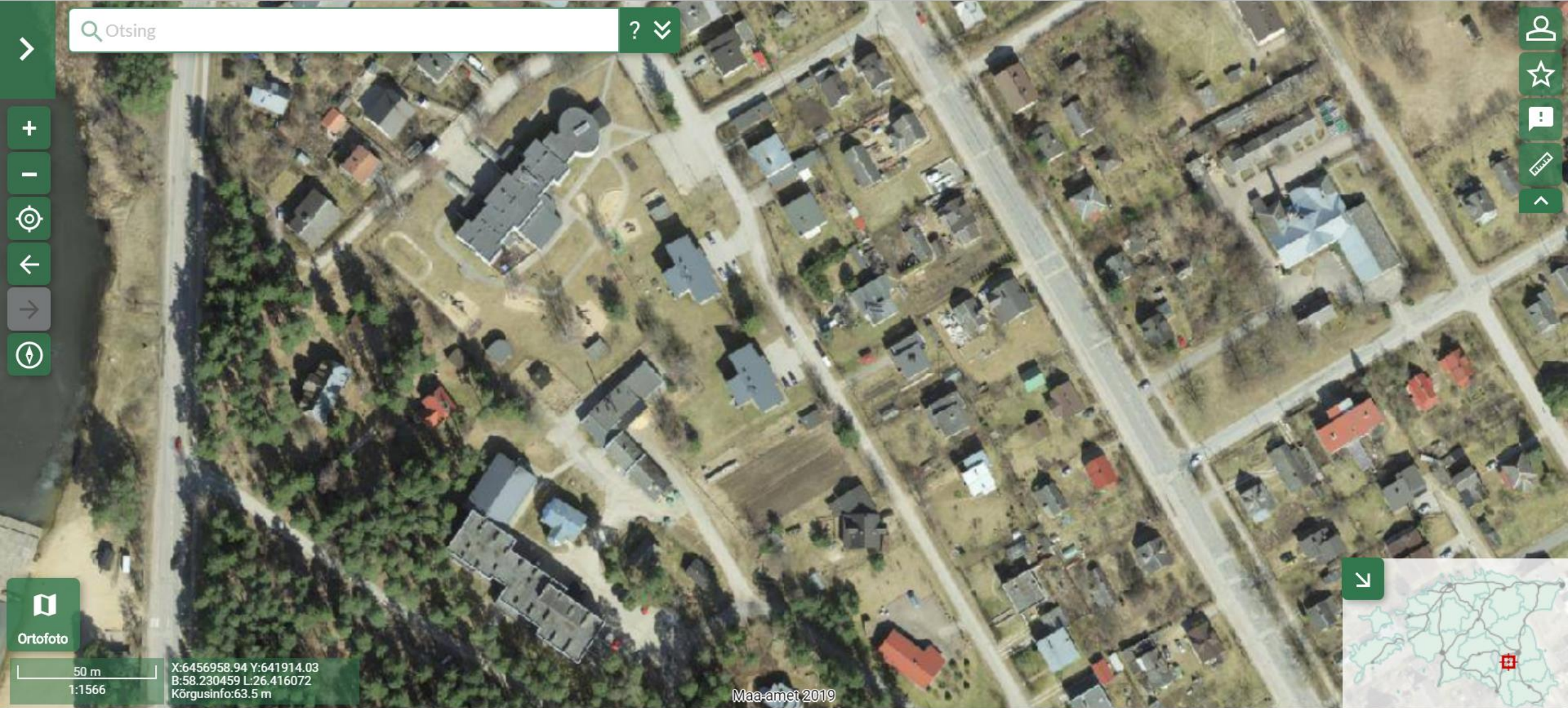


Nurk (°) rõhtsuunast püstsuunda	Rõht	Lõuna														
		Lääs	90	75	60	45	30	15	0	-15	-30	-45	-60	-75	-90	Ida
0°		83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
10°		82	84	86	88	89	90	90	90	89	88	86	84	82		
20°		81	85	89	92	94	95	95	95	94	92	89	85	81		
30°		80	85	90	94	97	98	99	98	97	94	90	86	80		
40°		78	85	90	94	97	99	100	99	98	95	90	85	79		
50°		75	82	88	93	96	98	99	98	97	93	89	83	76		
60°		71	78	85	90	93	95	96	95	93	90	85	79	72		
70°		66	73	80	85	88	90	91	90	88	85	80	74	67		
80°		60	67	73	78	81	83	83	83	81	78	74	68	60		
Püst	90°	53	60	65	69	72	74	74	74	72	70	65	60	53		

# Mõned hooned sobivad väga hästi, mõned enam-vähem ja mõned üldse mitte...



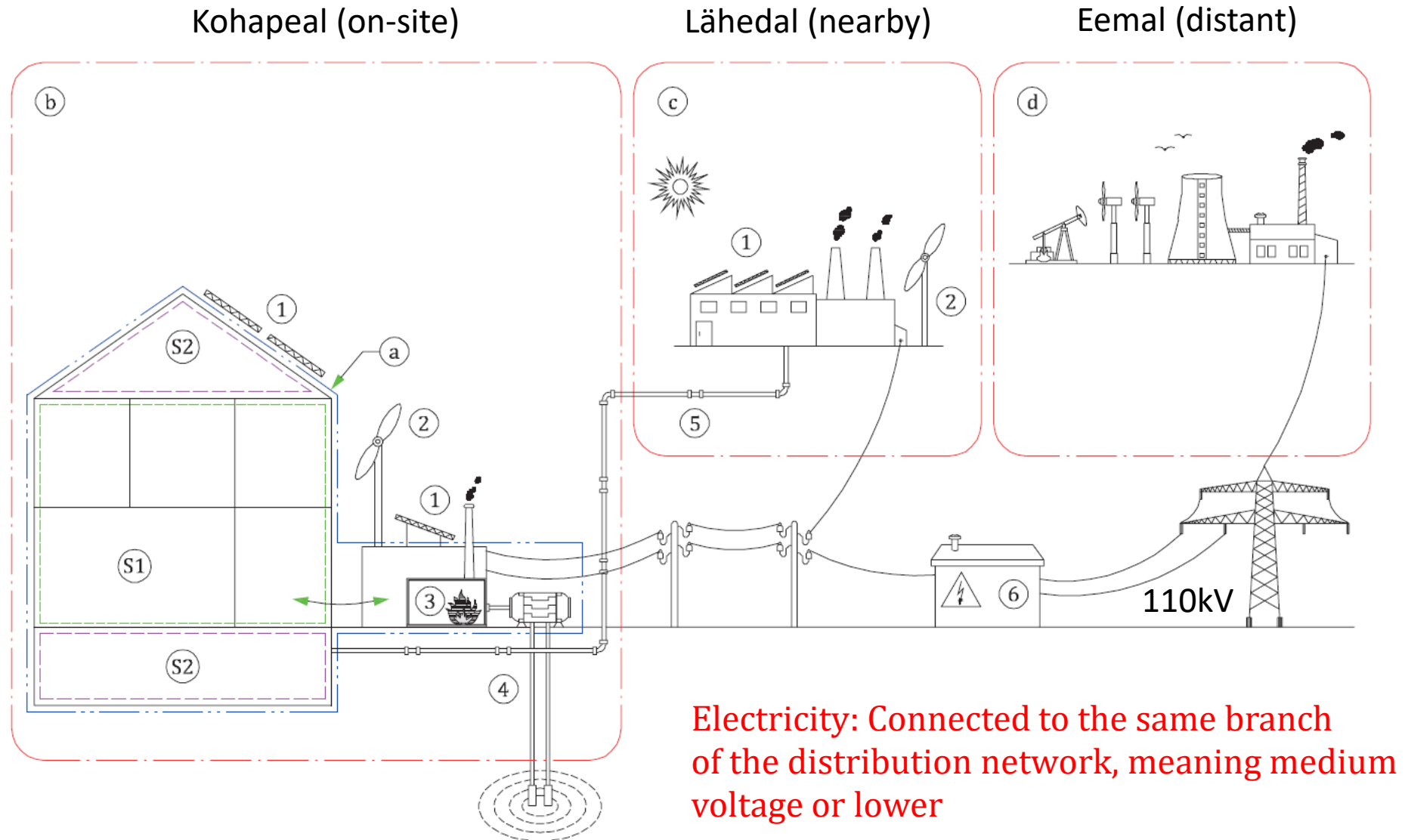
... sama kehtib Elva kohta...



# Kui lähedal on lähedal ja kui kaugel on eemal?

Standard:  
**EVS-EN ISO 52000-1:2017**

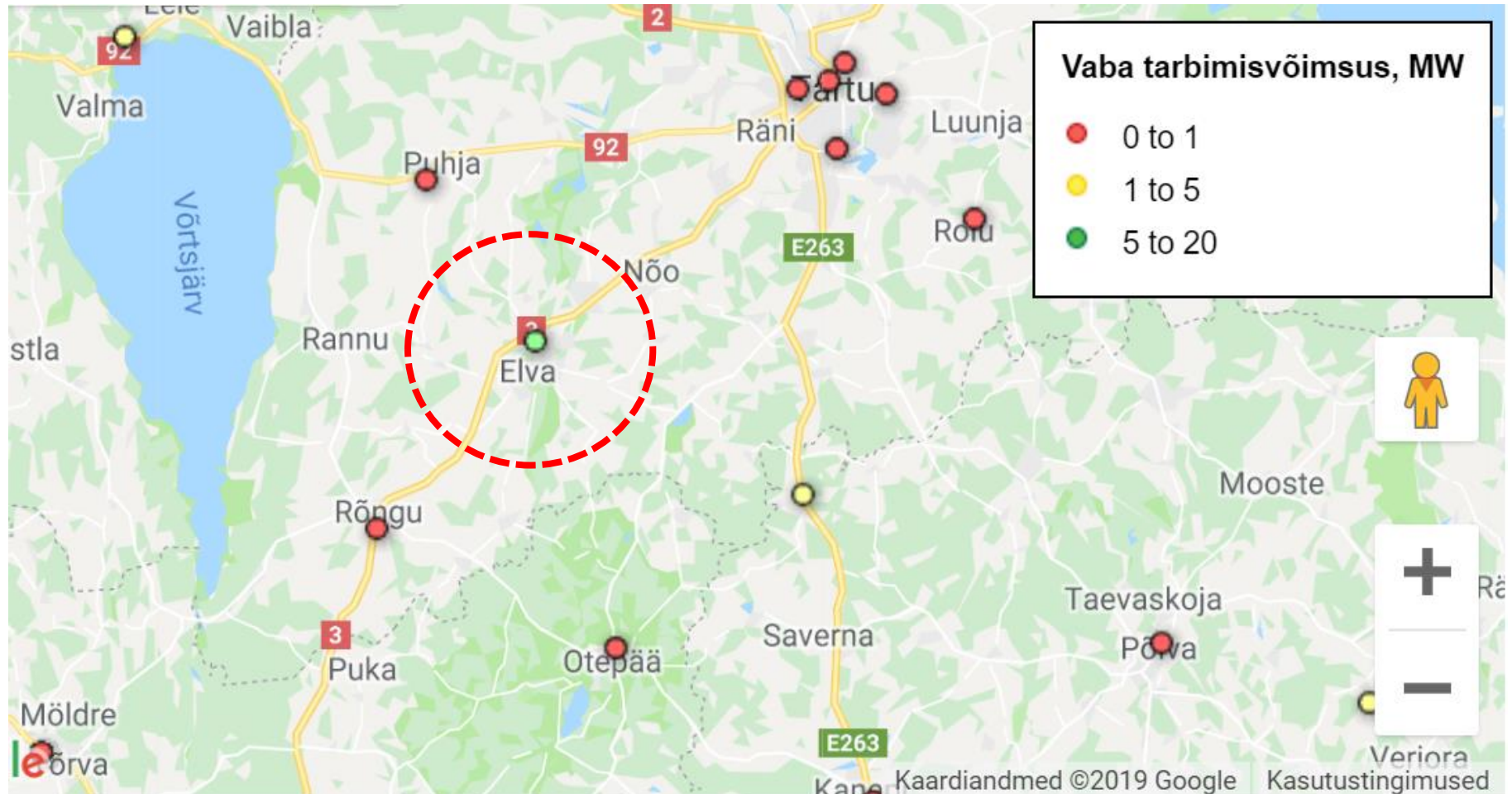
Energy performance of  
buildings - Overarching EPB  
assessment –  
Part 1: General framework  
and procedures



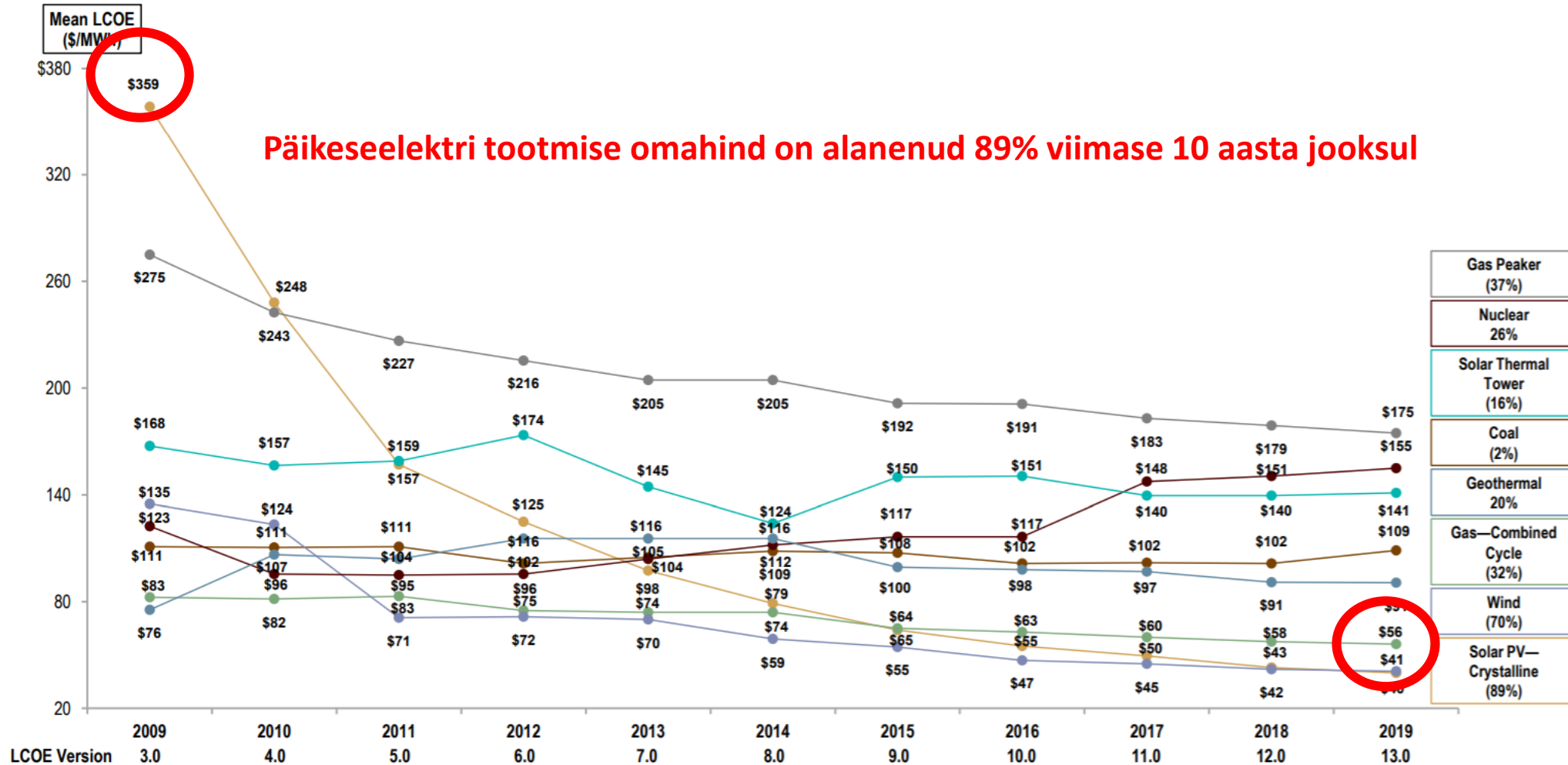
# Lähedal = jaotusvõrgu (põhivõrgu/jaotusvõrgu) 110kV piirkonnalaajaama tööpiirkond

Piirkonnalaajamade  
Tööpiirkonnad pole  
Jäigalt määratletud.

Reeglina lähim, kuid  
mitte tingimata...

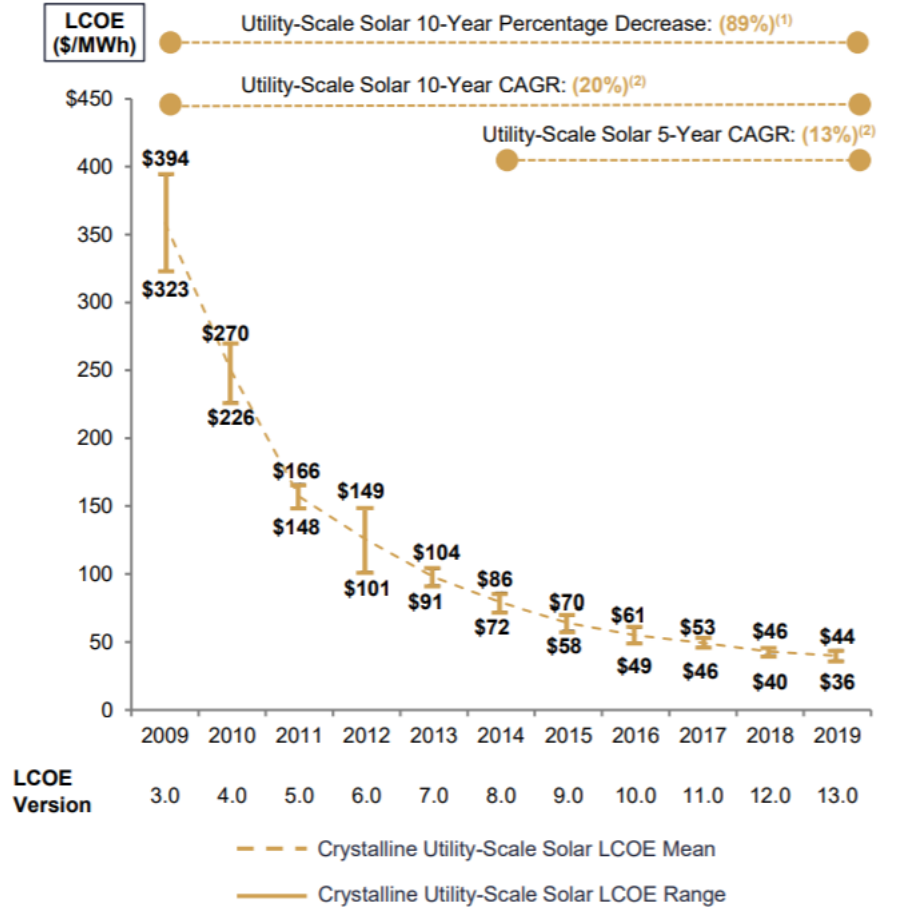


# Toodetava elektri omahinna dünaamika 2009 – 19 (Lazard)



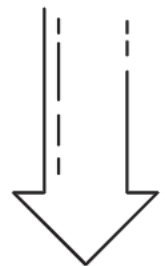
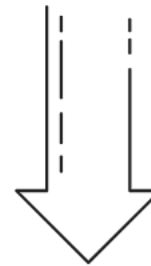
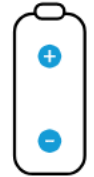
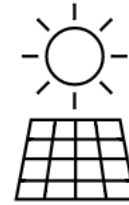
# Päikeselektri omahinna dünaamika 2009 – 18

Unsubsidized Solar PV LCOE



## Technology cost-declines since 2010

(Source: BloombergNEF)



85%

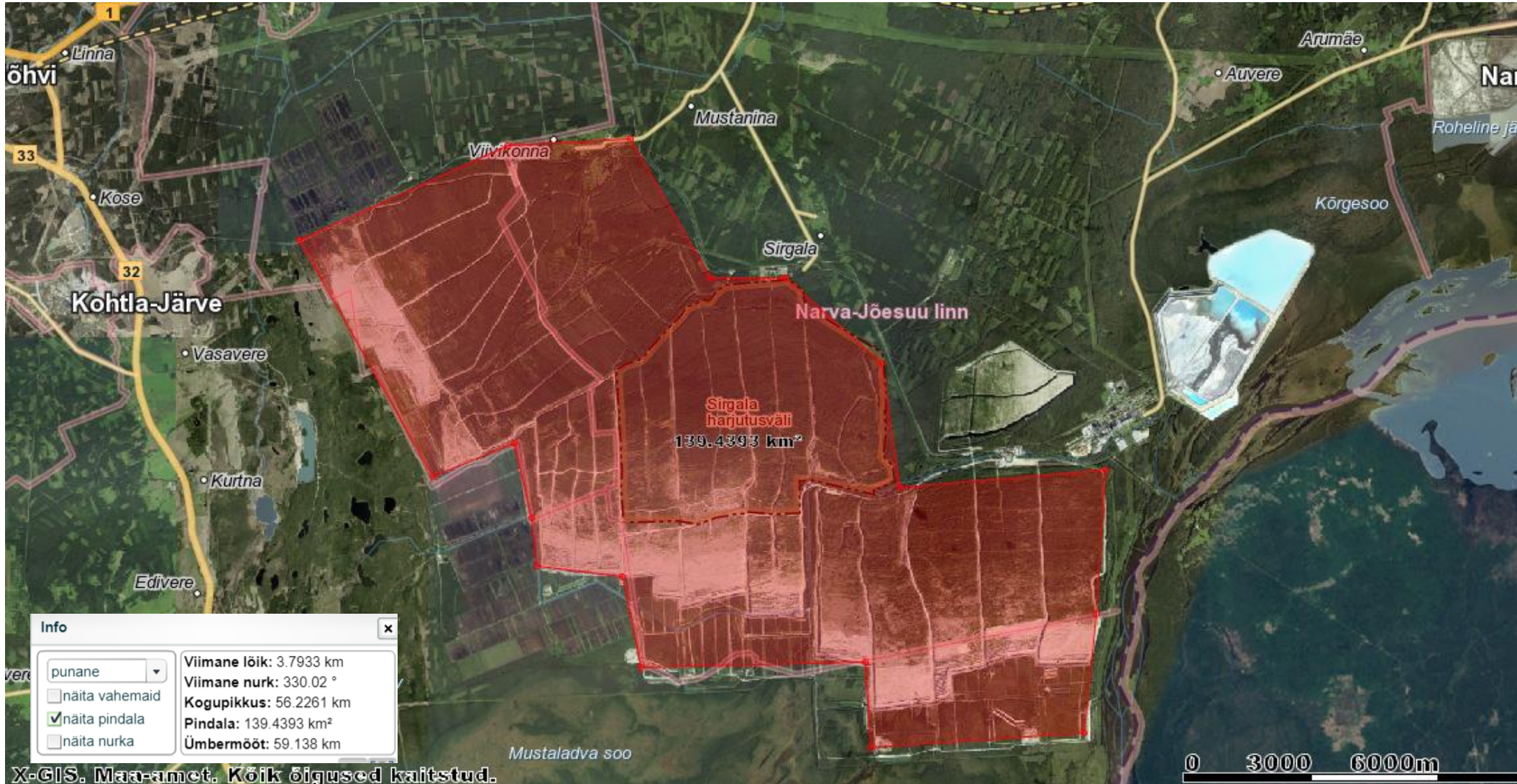
49%

85%

BloombergNEF 2018

# Ida-Viru põlevkivikarjäärid - pindala **139 km<sup>2</sup>**

KOGU Eesti AASTANE elektritarve 7,7 Twh, selle tootmiseks PV jaamas oleks tarvis 7700MW võimsust, mis hõlvaks ~ **115 km<sup>2</sup>**





# Hoonete potentsiaal päikeseelektri tootmiseks

## Saksa ECOFYS uuring:

Katuste potentsiaal  $21\text{m}^2$  inimese kohta

Fassaadide potentsiaal  $7\text{m}^2$  inimese kohta

## EESTISSE ülekandes teeks see:

$27,3\text{km}^2$  katuseid

$9,1\text{km}^2$  fassaade

**KOKKU  $36,4\text{ km}^2$  pinda**

Sellele mahuks ca. 7,2...7,3 miljonit paneeli

**Koguvõimsus ca. 2,2GW**

**Aastane elektritoodang ca. 1,8TWh/a**

**= 23% tänasest elektritarbimisest**



# Päikeseenergeetika Eestis 2019



**EPEA**

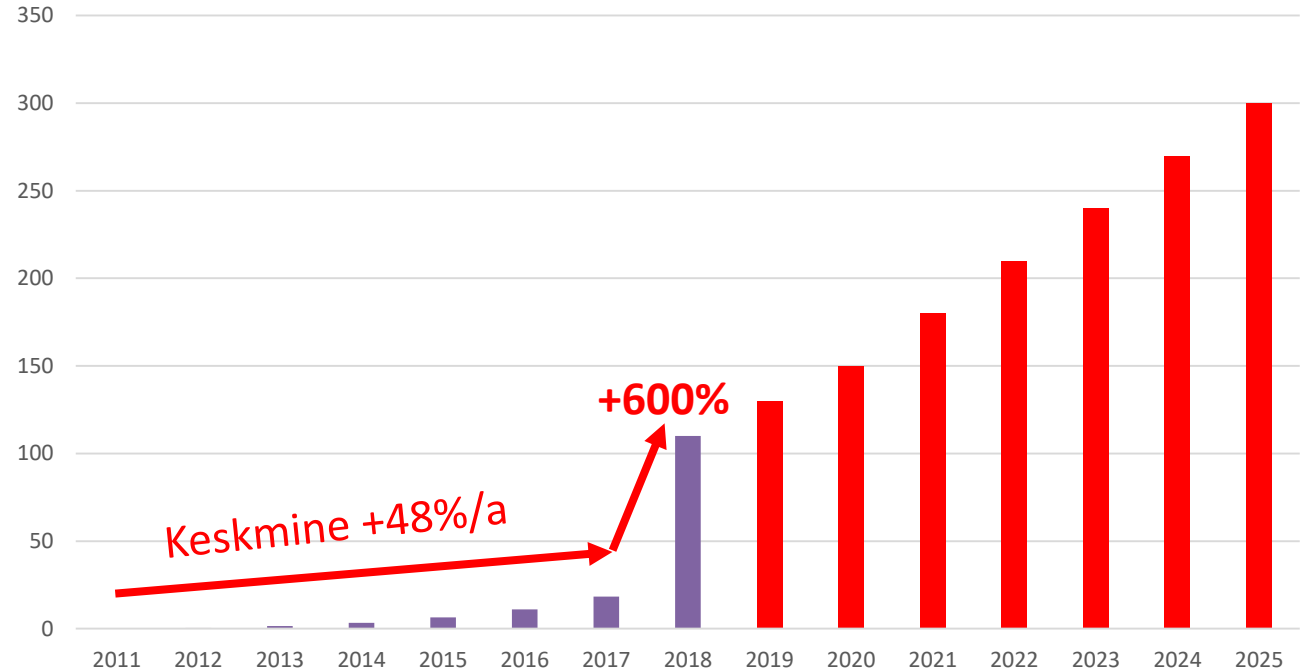
# Päikeseenergeetika Eestis 2019

- Installeeritud koguvõimsus 2017 ca. 19MW
- Paigaldatud 2018 ca. 90MW
- Kokku tootjaid ca. 1600
- Suurimad jaamad 1MW (Kärdla, Kareda, COOP)
- Valdavalt kuni 15kW erapaigaldised
- Tartusse Raadile 40...50MW võimsusega jaam

Siiani aasta keskmine juurdekasv **48%**

**2018 juurdekasv ligi 600%**

Globaalselt keskmine juurdekasv 33%  
(2012 100GW – 2018F 500GW)  
Viimased 2-3 aastat juurdekasv stabiilselt ca. 100GW



Päikeseelektrijaamade kogutoodang:

2018 ca. **18 GWh = 0,2%** Eesti kogutarbimisest (8,38 TWh)

2019 ca. **100GWh = 1,3%** Eesti kogutarbimisest

Päikeseelektrijaamade koguvõimsus

**2019 110 MW = 3,7%** Eesti elektrijaamade koguvõimsusest  
(2 947MW)

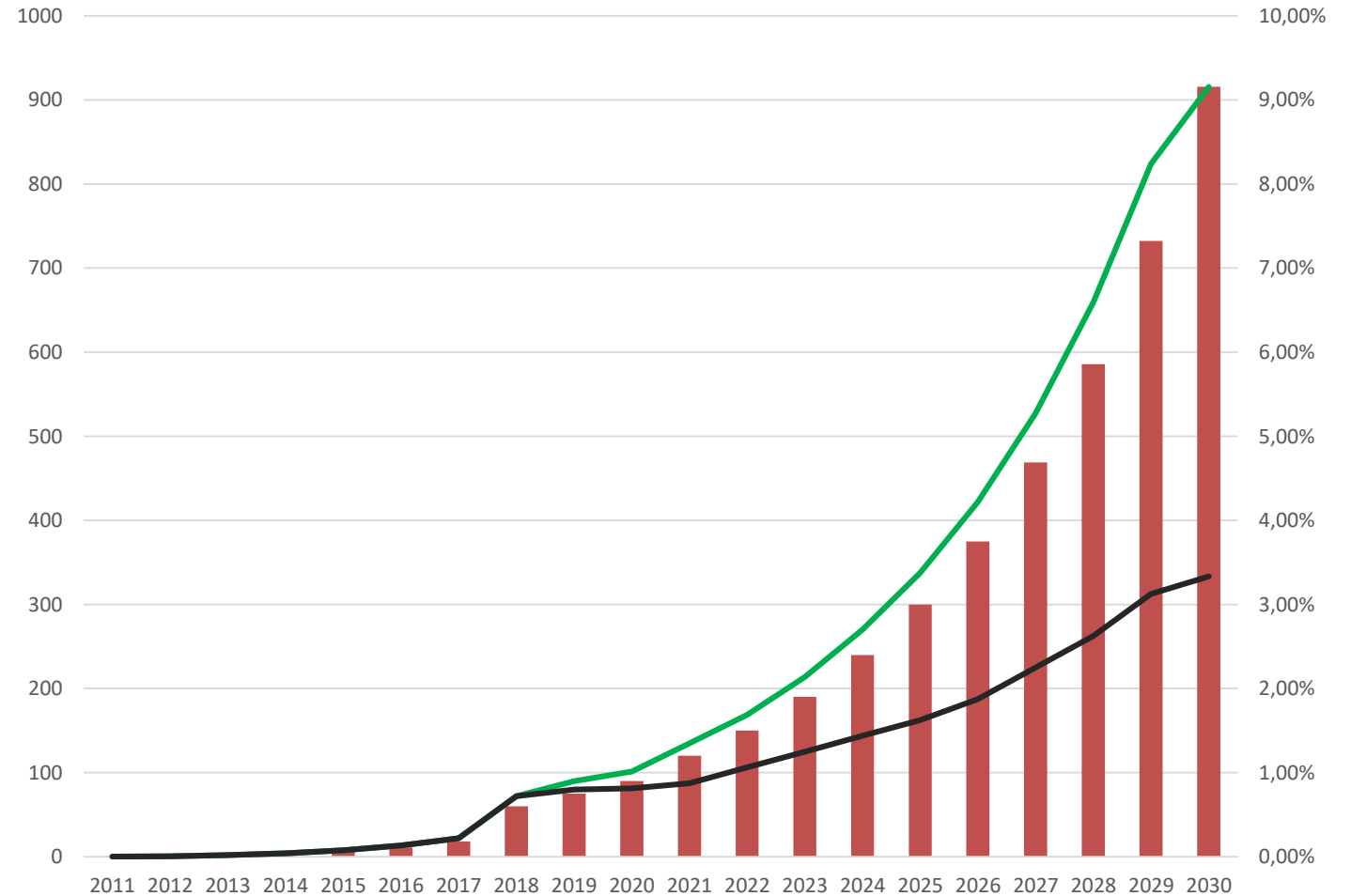
# PV võimsus ja elektri osakaal tarbimisest 2020... 30... 50

Paigaldatud tootmisvõimsus ja osakaal tarbimisest:

**2020** ca. 110MW tarbimisest ca. **1,5%**

**2030** ca. 900MW tarbimisest ca. **9%?**

2050 ? MW tarbimisest... %



# PV

VIILKATUSELE



LAMEKATUSELE



INTEGREERITUD



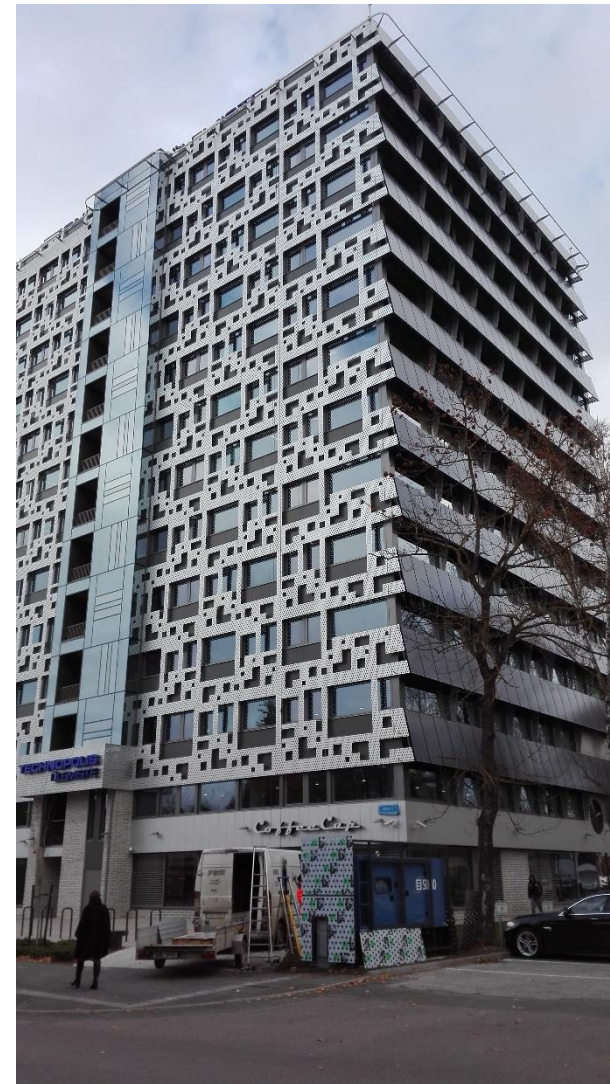
FASSAADILE



MAAPINNALE



# Ehitisintegreeritud PV-süsteemid



# Üliväikesed 1-3 paneeliga paigaldised nn. rõduelektrijaamad muutuvad tarbekaubaks



Saksamaal on väljatöötatud ja vastu võetud üliväikestele paigaldistele eraldi, lihtsustatud standard (DIN VDE 0100-551) – puudub igasugune loamenetlus, vajalik vaid paigaldusjärgne teavitamine.

Inimene ostab poest mõned paneelid ja ühendab need tavapistiku abil voluvõrku.



# Rõduelektrijaamad





# Moodulite hinnadünaamika Euroopas 2018 (pvXchange)

Modulklasse	€/Wp	Trend seit August 2019	Trend seit Januar 2019	Beschreibung
<b>Kristalline Module</b>				
Bifacial	0,38	0,0 % →	- 11,6 % ↘	Module mit bifazialen Zellen und transparenter Rückseitenfolie oder Doppelglas-Module, gerahmt und ungerahmt.
High Efficiency	0,32	0,0 % →	- 8,6 % ↘	Kristalline Module ab 295 Wp, mit PERC-, HJT-, N-Typ oder Rückseitenkontakt-Zellen oder Kombinationen daraus.
All Black	0,35	+ 2,9 % →	- 2,8 % ↘	Modultypen mit schwarzer Rückseitenfolie, schwarzem Rahmen und einer Leistung zwischen 200 Wp und 330 Wp
Mainstream	0,25	- 3,8 % ↘	- 7,4 % ↘	Standardmodule, üblicherweise mit 60 polykristallinen Zellen, Alurahmen, weißer Rückseitenfolie und 270 Wp bis 290 Wp.
Low Cost	0,19	0,0 % →	+ 5,6 % →	Minderleistungsmodule, B-Ware, Insolvenzware, Gebrauchtmodule, Produkte mit eingeschränkter oder ohne Garantie

Quelle: [www.pvxchange.com](http://www.pvxchange.com)

## HINWEISE FÜR DAS PV PREISBAROMETER

1. Es werden nur Netto-Preise für Photovoltaik-Module gezeigt.
2. Die Preise sind keine Endkundenpreise. Für eine durchschnittliche schlüsselfertige PV-Anlage muss der Wert in Deutschland mit dem Faktor 3-5 multipliziert werden.
3. Die Preise stellen die durchschnittlichen Angebotspreise auf dem europäischen Spotmarkt für verzollte Ware dar.

pvXchange 2018

<https://www.pvxchange.com/de/aktuelles/preisindex>

3.09.2018 aegusid alates 2013 Euroopas kehtinud moodulite minimaalsed importhinnad Hiinas ja Malaisias toodetud päikesepaneelidele ja elementidele

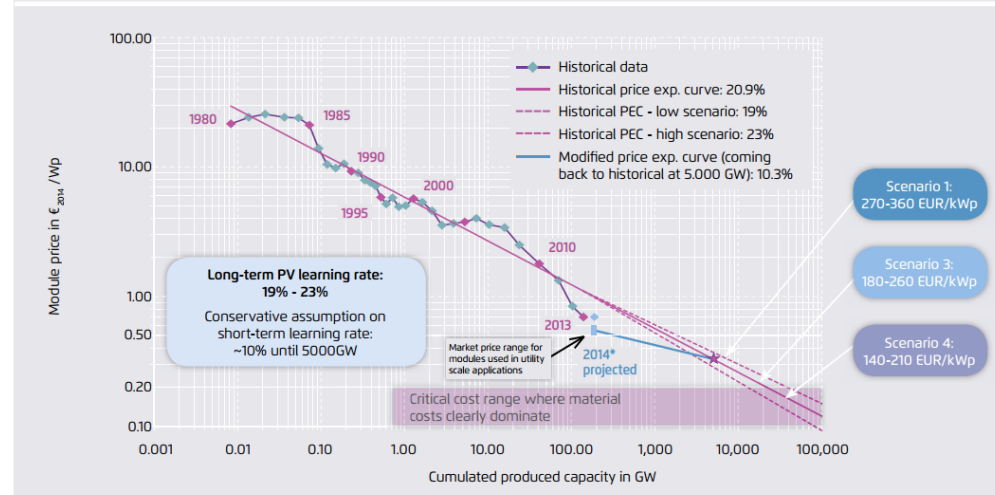
# PV CAPEX ja LCOE

- Globaalse tootmismahu kahekordistumine alandab süsteemide hinda 25 – 30%
- Täna Eestis „võtmed kätte“ hind:
  - Ettevõttele vahemikus **0,5 – 0,9 €/W**
  - Eratarbijale vahemikus **1,0 – 1,2 €/W**
- **Hind sõltub konkreetse paigalduse tingimustest**
  - Võrguliitumine
  - Tehn. keerukus
- Süsteemi hinnast lähtuvalt toodangu omahind (LCOE) täna vahemikus **0,04 – 0,07 €/kWh**
- **Fikseeritud hind 25 ... 30 aastaks!**



Future module prices in different scenarios based on the historical “learning rate”

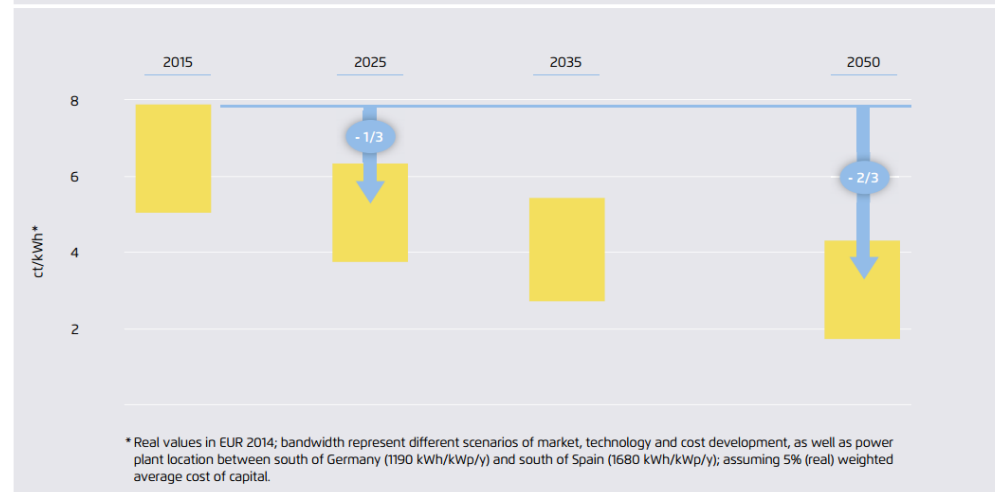
Figure E2



Fraunhofer ISE, own illustration

Cost of electricity from new solar power plants in Southern and Central Europe

Figure E4

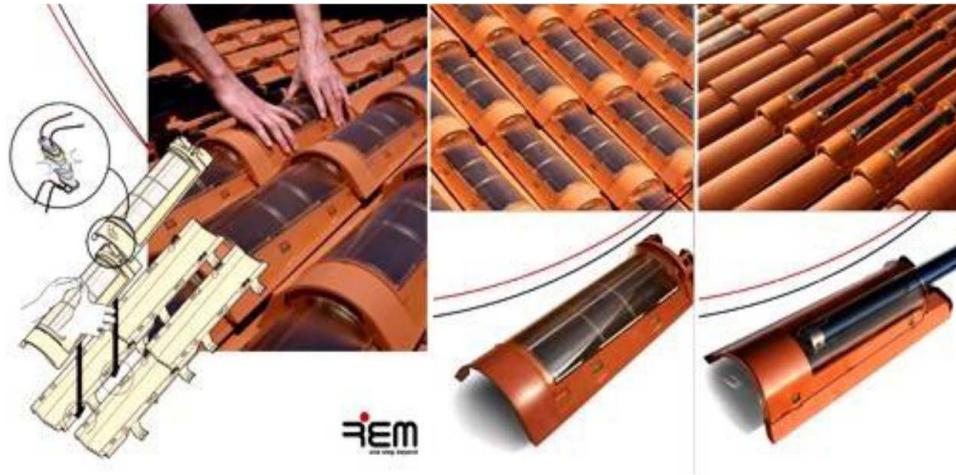


\* Real values in EUR 2014; bandwidth represent different scenarios of market, technology and cost development, as well as power plant location between south of Germany (1190 kWh/kWp/y) and south of Spain (1680 kWh/kWp/y); assuming 5% (real) weighted average cost of capital.

# Erilahendused ja tulevikulahendused



# Integreeritud PV-mooduliga katusekivid





# Päikeseaknad



**Päikeseaknad võivad tuleviks teoreetiliselt katta pea kogu hoonetes vajatava elektrienergia**

**Hetkel on tehnoloogia veel väheefektiivne – kõigest ca. 5% kasuteguriga võrreldes tavapaneelide 15-18% kasuteguriga, kuid potentsiaal on jõuda kristallräni paneelidega võrreldava kasuteguri ja hinnani..**

# BIPV (Building Integrated PV)

Aatriumid ja katuseaknad

Examples of PV atria integrations



Examples of glass substitution by PV glass with shading properties (c-Si)





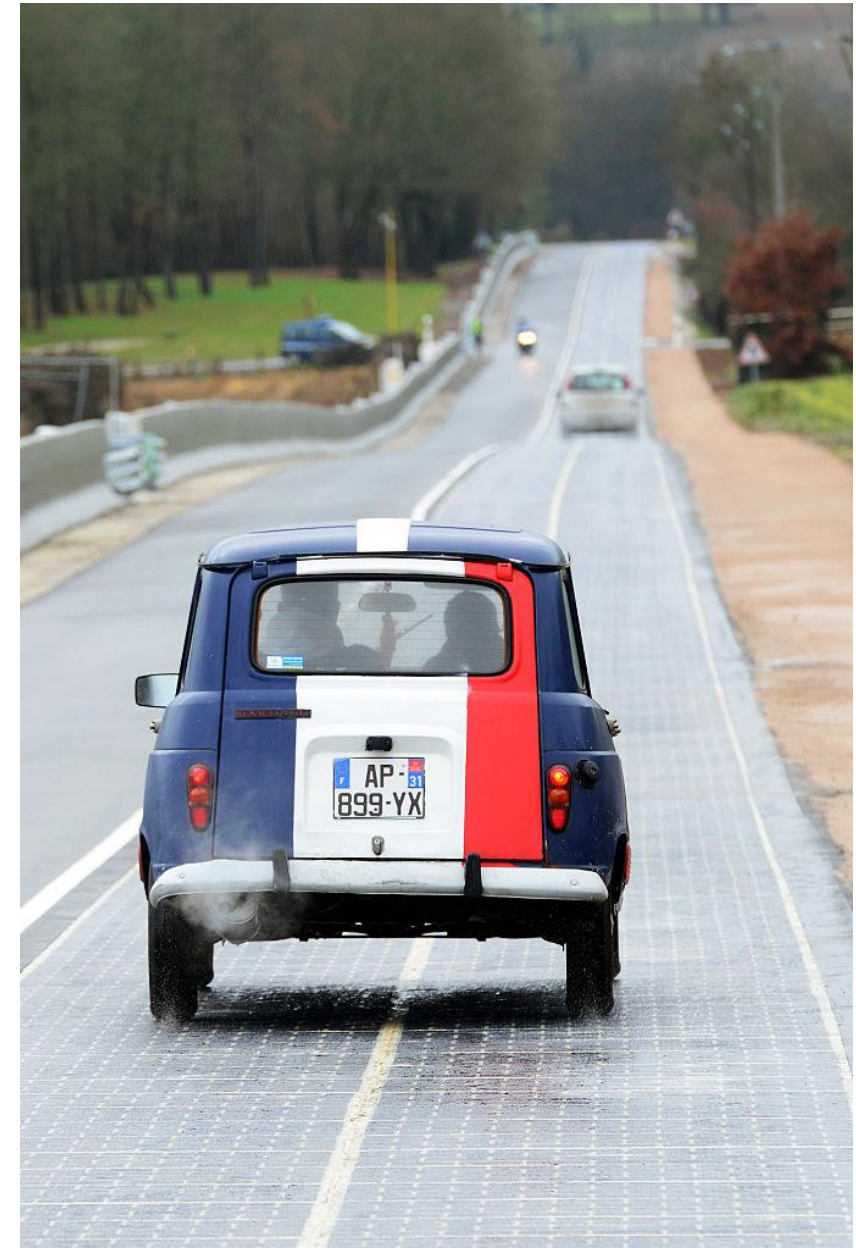
# Isetasuvad (kergliiklus)teed

## Solaroad kergliiklustee P-Hollandis 2014

- Pikkus 70m
- Ehitajaks Hollandi ettevõtte Solaroad
- Pool tavalise betoonkattega ja pool PV-kattega
- 1. aasta toodang LOODETI ligi 10 000 kWh, katab 3 keskmise Hollandi majapidamise aastase elektritarbe, TEGELIK 3000 kWh/a
- Tulevikus ennustatakse selliste teede tasuvusajaks 15 aastat

## WATTWAY sõidutee Prantsusmaal 2016

- Pikkus 1km, paneelide pind 2800m<sup>2</sup>
- Normandias Tourouvre au Perche nimelises külakeses
- Ehitajaks Prantsuse-UK ettevõtte Colas
- Elektrit kasutatakse külakese tänavavalgustuse tarvis
- Maksumus 5M €
- Prognoositav toodang 420 MWh aastas (ca. 140 majapidamise aastane elektrivajadus)
- Eesmärk 1km iga 1000km tee kohta päikesetee



# Mõned näited tulevikust...



Seljaskantav päikeseenergia



Elektrit genereerivad seinad, katused, aknad



Prinditavad ja lahtirullitavad PV moodulid



Päikeseenergiat töötav lennumasin

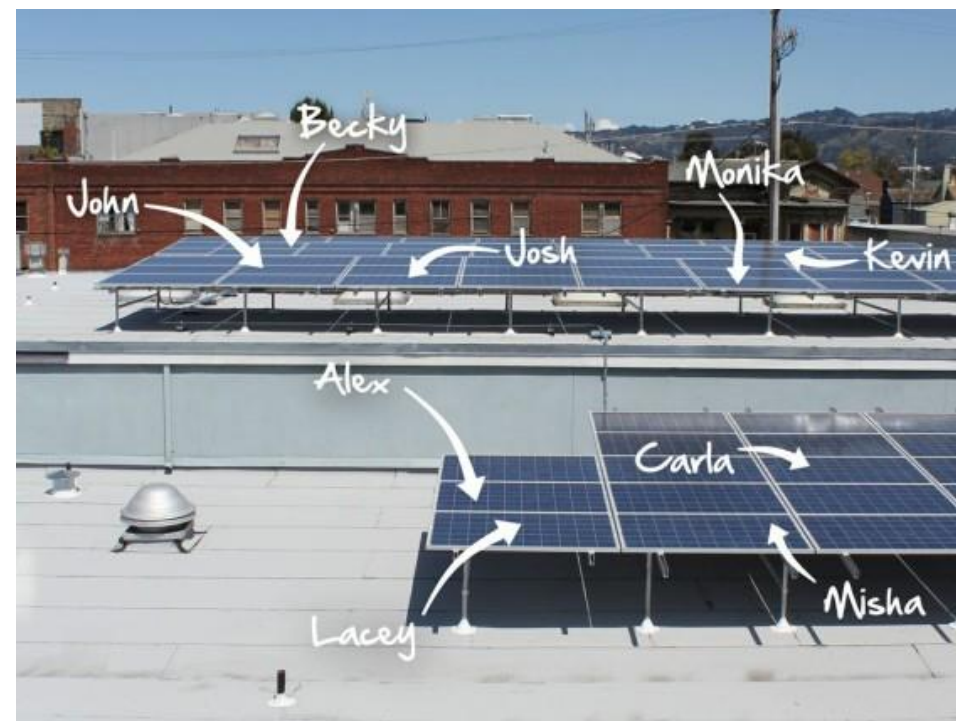


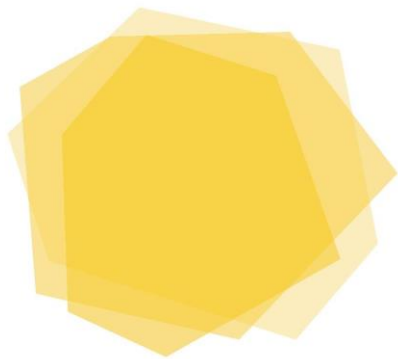
Ujuvad PV-jaamad

# Tehnoloogiline innovatsioon ja ärimudeli innovatsioon



- Kogukondlik ja ühistuline tootmine
- ühisrahastus
- Sotsiaalsed projektid





EESTI  
PÄIKESEELEKTRI  
ASSOTSIAATSIOON

energiateenus  
Vajaduspõhised energialahendused



FootonVolt  
päikeselektrijaamad



solar4you  
free energy



SOLARSTONE



ENERGOGEN



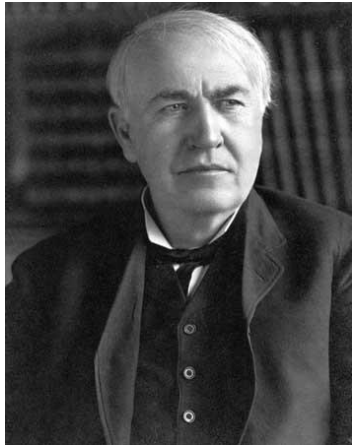
ENERGIA  
PARTNER



UBIK  
SOLUTIONS

SOLAR EST

Helioest  
energiasäästlikud hooned



“I’d put my money on the sun and solar energy. What a source of power! I hope we don’t have to wait until oil and coal run out before we tackle that.”

Thomas A. Edison, 1931

**TÄNAN!**

[andres.meesak@eesti.ee](mailto:andres.meesak@eesti.ee)

Ph: +3725014711