

# LOKAALSE TOOTMISE DIMENSIONEERIMINE

---

Andres Meesak

Eesti Päikeseelektri Assotsiatsioon

- 9 kW tootmisvõimsus
- Tootmise algus august 2012
- Tänapäevaks toodetud ligi 40 000 kWh elektrit



## Andres Meesak

Eesti Päikeseelektri  
Assotsiatsiooni juhataja

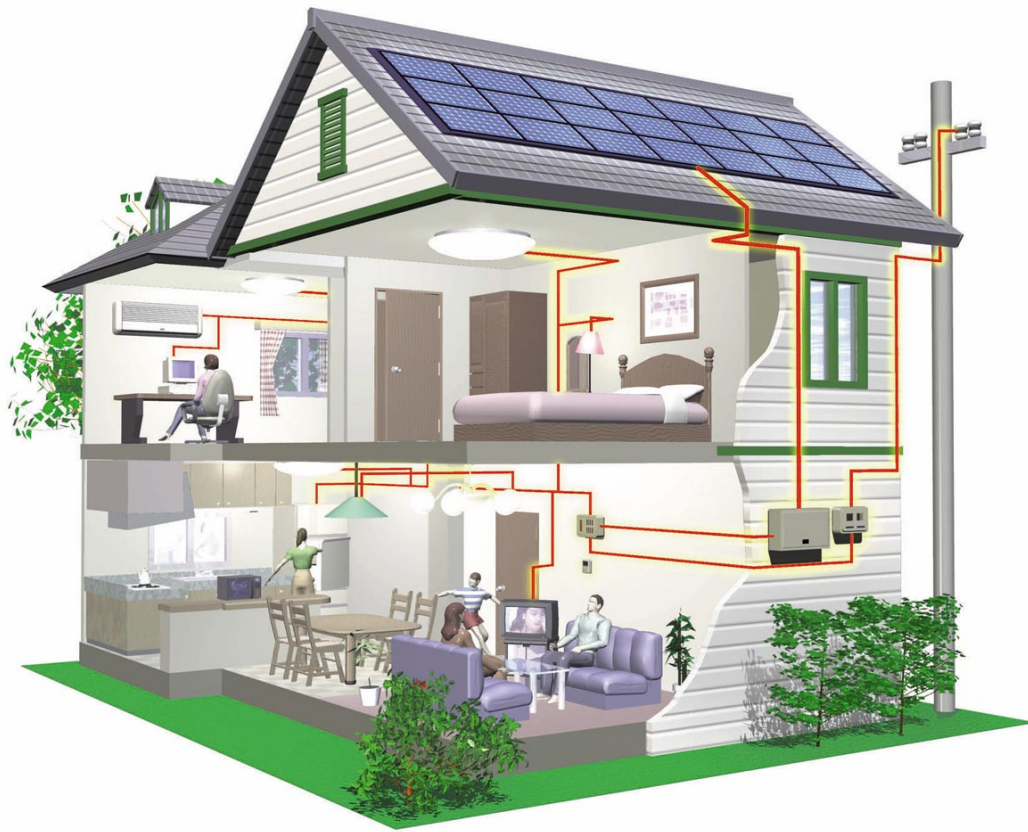
Eesti Arengufond  
Energiaühistute  
mentorprogrammi mentor

Taastuvenergia mikro ja  
väikelahenduste ning  
energiasäästu ökonoomika  
konsultant

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

+3725014711

# TASUVUST MÕJUTAVAD



RESSURSS

PAIGALDUS

DIMENSIONEERIMINE

INVESTEERING

ELEKTRI HIND OSTUL/  
MÜÜGIL

SEADUSANDLUS

KÄIDUKULUD

# Kehtiv regulatsioon:

- **Elektrituruseadus**
  - Tootmine, müük, toetused
- **Võrgueeskiri**
  - Tegutsemise tehnilised tingimused
- **Alkoholi-, tubaka-, kütuste- ja elektriaktsiisi seadus**
  - Omatarbe aktsiis
- **Riigilõivuseadus**
  - Tootja, müüja, otseliini riigilõivud
- **Maksuseadused**
  - Tulumaks

# Taastuvenergia toetus

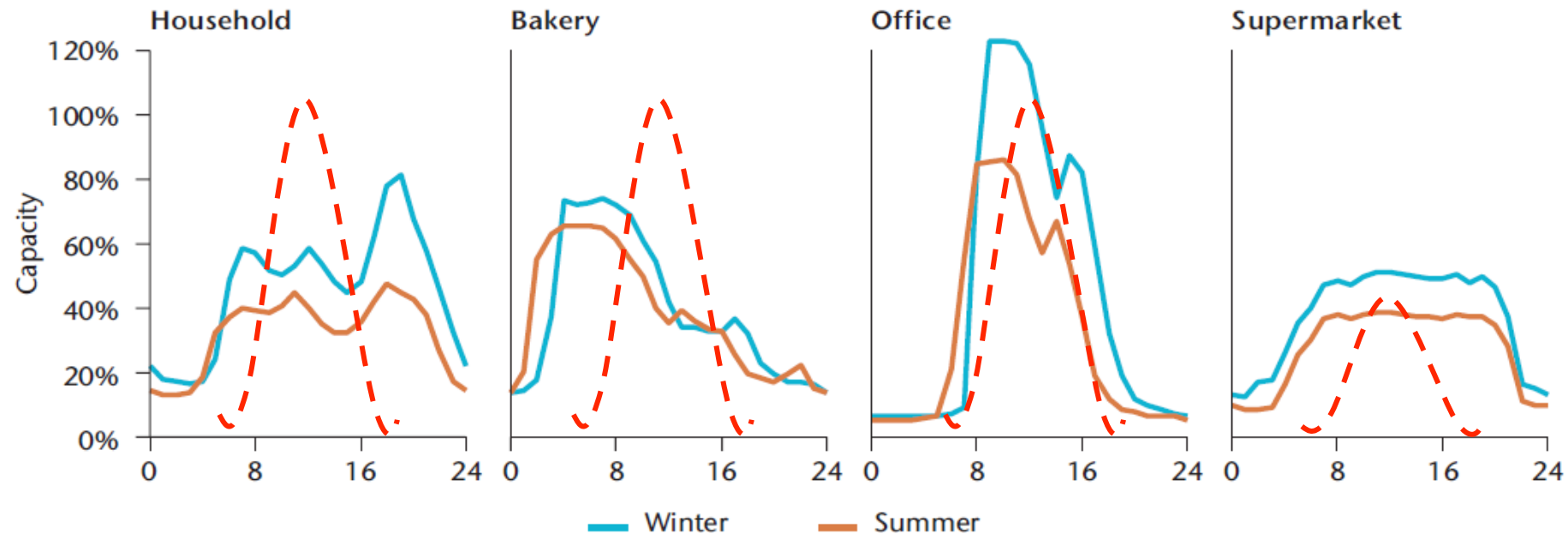
- Täna makstakse vastavalt EITS kehtivale redaktsioonile mikrotootjale taastuvenergia toetust samadel alustel kui suurtele TE tootjatele
- Investeeringutoetusega paigaldatud PV-jaamad saavad TE toetust sõltumata investeeringutoetusest (tuulikud ei saa)
- Toetust makstakse võrku antud **saldeeritud elektrikoguselt**
- Toetuse määr **53,7 €/MWh**



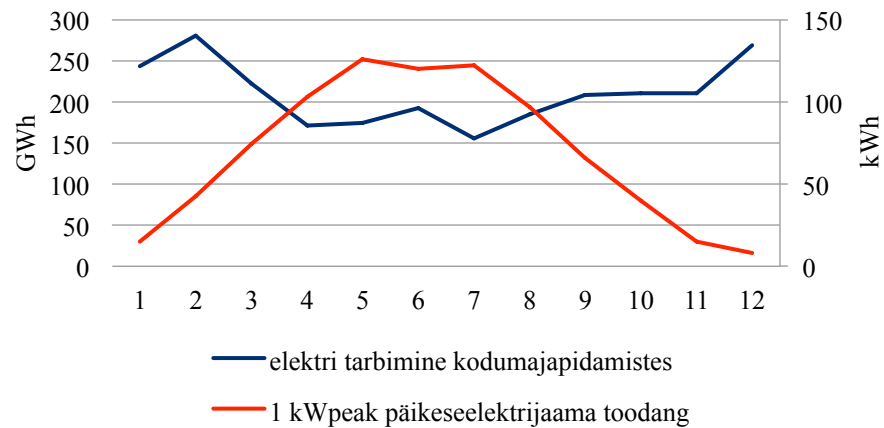


# Kes kuidas ja millal elektrit tarbib?

Figure 20: Hourly electricity consumption profiles for different building types in Germany



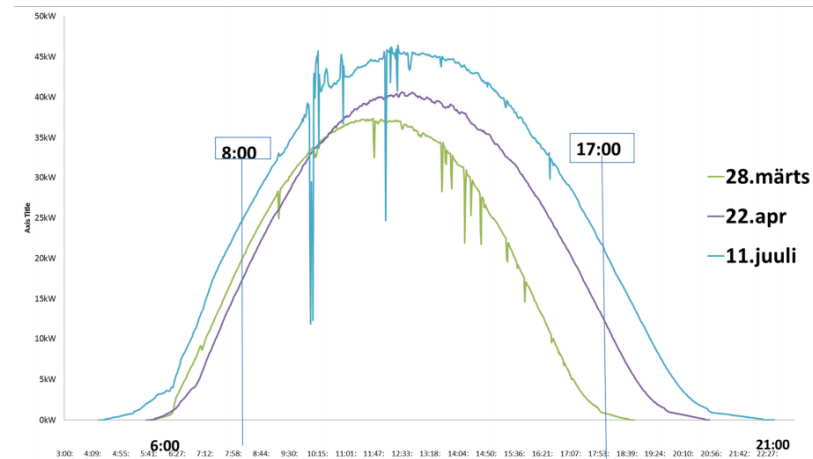
# PV ressurss



Ööpeva siseselt:

- **Ettevõtte** tüüpiline tarbimine langeb PV-jaama tootmistsükliga kokku
- **Majapidamise** tüüpiline tarbimine ei lange kokku

Elektritarbimise- ja PV jaama tootmise tipp on erinevatel **aastaaegadel** - **85% kiirgusest vähemikus aprillist oktoobrini**



AS Konesko 50kW PV-jaam Koerus

# Toodetava elektri omahind (LCOE)

$$\text{LCOE} = \frac{I - \sum_{t=1}^T d_t + \sum_{t=1}^T c_t \times (1 - \alpha) - S \gamma^T}{\sum_{t=1}^T x_t}$$


*LCOE = diskont. investeering + diskont. hoolduskulu + diskont. kütusekulu / jaama energiatoodang kogu elutsükli jooksul*



# Toodetava elektri omahind (LCOE)

**Toodetava elektri omahind (LCOE) =  $CAPEX(diskont) + OPEX(diskont) /$   
*eluea jooksul toodetud energia***

Päikese-, tuule- ja  
hüdroelektrijaamadel  
**puudub kütusekulu**

**NB! Fikseeritud hind 30 aastaks!**

CAPEX	17000 €								
								toodang eluea	
Tootmisaastad	1	5	10	15	20	25		30jooksul (kWh)	
Toodang kWh/a	10000	9801	9559	9322	9092	8867	8647	279232	
OPEX €/a	170	177	186	195	205	216	227	5913	

Toodetava elektri omahind (LCOE) =  $17000 \text{ €} + 5913 \text{ €} / 279232 \text{ kWh} =$   
**0,082 €/kWh**

**WACC (intress) 5%, period 10 aastat**

$21637 \text{ €} + 5913 \text{ €} / 279232 \text{ kWh} = 0,099 \text{ €/kWh}$

CAPEX	21637 €								
								toodang eluea	
Tootmisaastad	1	5	10	15	20	25		30jooksul (kWh)	
Toodang kWh/a	10000	9801	9559	9322	9092	8867	8647	279232	
OPEX €/a	170	177	186	195	205	216	227	5913	

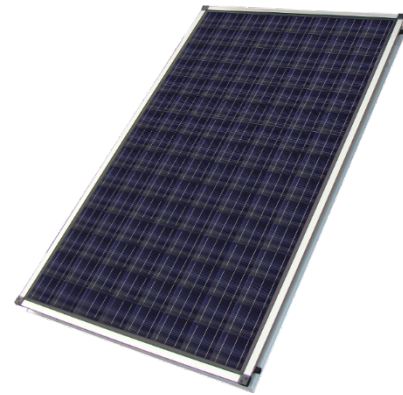
# Säästurahavoog + müügirahavoog

Võrku müüdava elektri väärtus:

**NPS elektribörsi spot hind + TE-toetus (12 aastat)**

Kohapeal tarbitava toodangu väärtus:

**Võrgust ostetava elektri hind koos kõigi tasude ja maksudega**



Toodetav energia 100%

Elekter üldvõrku 60-80%

Kohapealne tarbimine 20-40%

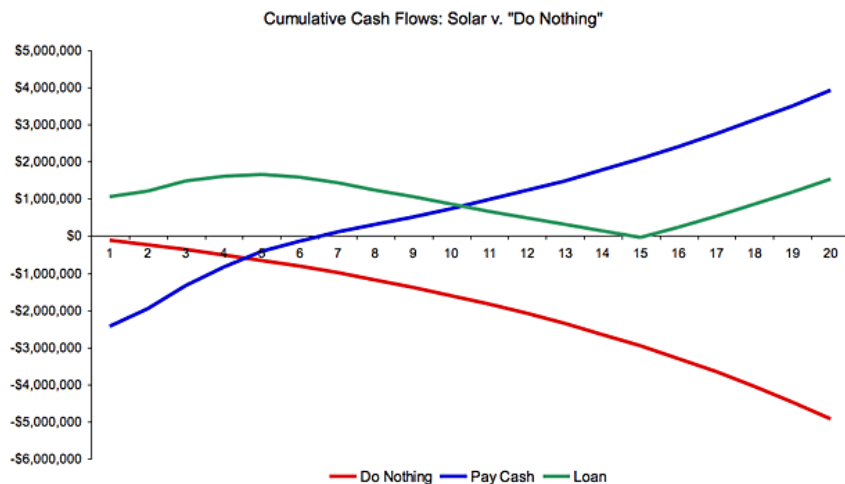
Elekter üldvõrgust



# Rahavood:

Süsteemi rajamiseks tehtud investeeringu katmine rahavooga, mis koosneb kahest komponendist:

1. **SÄÄSTURAHAVOOG** – võrgust ostmata jäänud elektrienergia hind koos ülekandetasude ja riiklike maksudega ( kaetakse toodetava elektri tarbimisega kohapeal, samavõrra võrgust vähem elektrit ostes
2. **ELEKTRIMÜÜGI RAHAVOOG** – kohapealsest tarbimisest ülejääva elektri müügist saadav tulu, millele lisandub 12a. jooksul taastuvenergia toetus



# Rahavoog ja tarbimisharjumused

Õigesti dimensioneeritud lokaalse tootmise puhul:

**RAHAVOOG = SÄÄST ELEKTRIARVELT**

60% võrku ja 40% omatarve

TOOTMISAASTAD	1.	5.	10.	15.	20.	25.	30.	KOKKU
Tarve – toodang kWh	2984,00	3024,02	3072,93	3120,62	3167,14	3212,51	3256,75	93706,91
Võrku kWh	3024,00	2963,97	2890,61	2819,06	2749,29	2681,24	2614,88	84439,64
40% omatarve kWh	2016,00	1975,98	1927,07	1879,38	1832,86	1787,49	1743,25	56293,09
Kogutarbimine kWh	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	150000,00
SÄÄST AASTAS €	569,72	601,96	647,99	702,34	766,22	841,06	928,51	21685,50

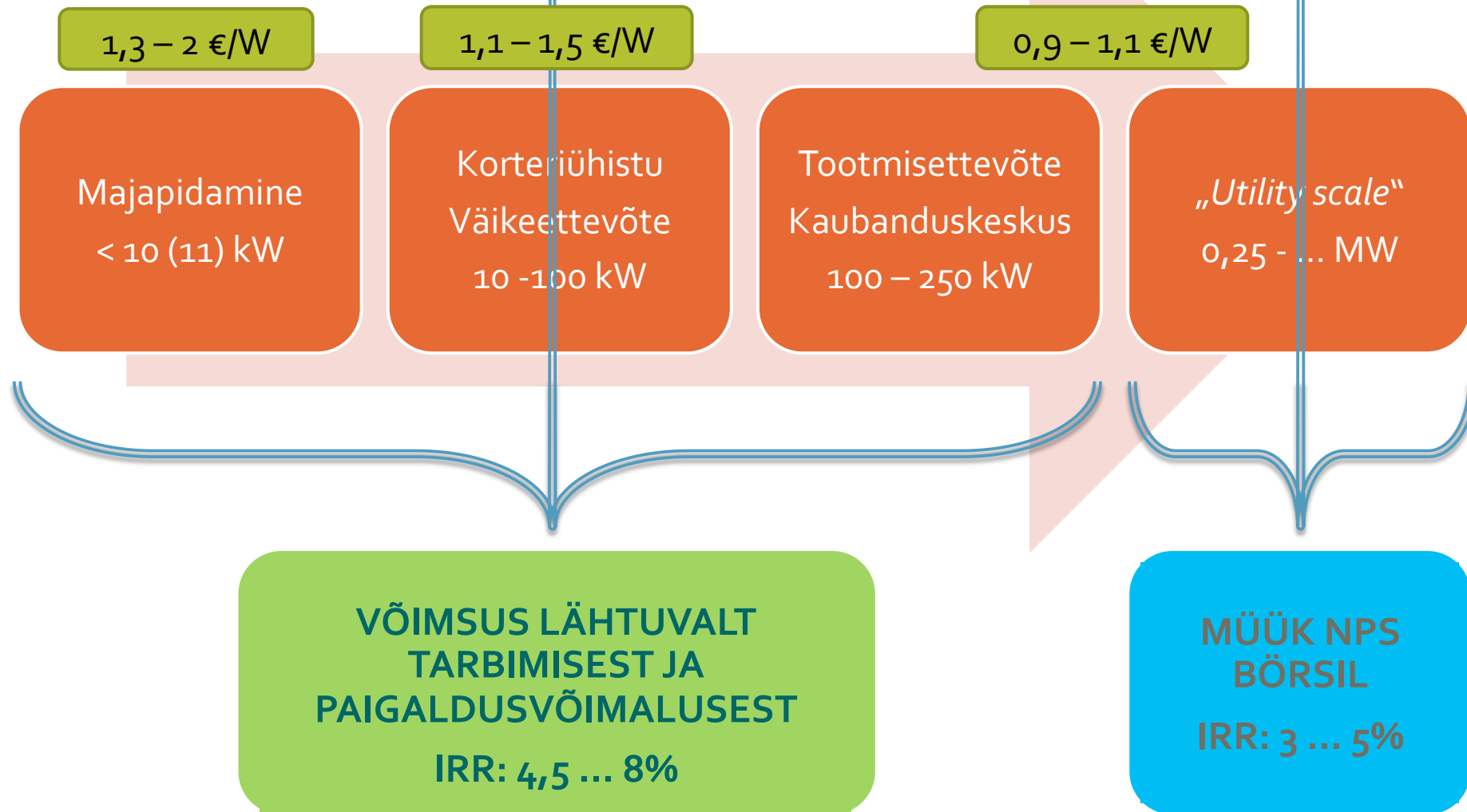
IRR: **-0,4%** ! Investeering on kaetud kumuleeritud säästuga 16. aastal

Kui muuta tarbimisharjumusi ja suuta efektiivselt kohapeal ära tarbida 50% toodetud elektrist

Lüheneb tasuvusaeg umbes aasta ja sisemine tulumäär on juba **3,3%**

**Laenukapitali kaasamine muudab sisemise tulumäära ikkagi nullilähedaseks!**

# PV-paigalduste investering



# Süsteemi dimensioneerimine

- Planeeritava tootmiseadme optimaalne tootmisvõimsus sõltub:
  1. elektritarbest
  2. tootmise asukohas saadaolevast energiaressursist (päike ja tuul)

Väljendudes valemiga:

$$P_{peak} = E_{load} / E_{gen} (P_{peak} = 1 kW) \times 1 kW$$

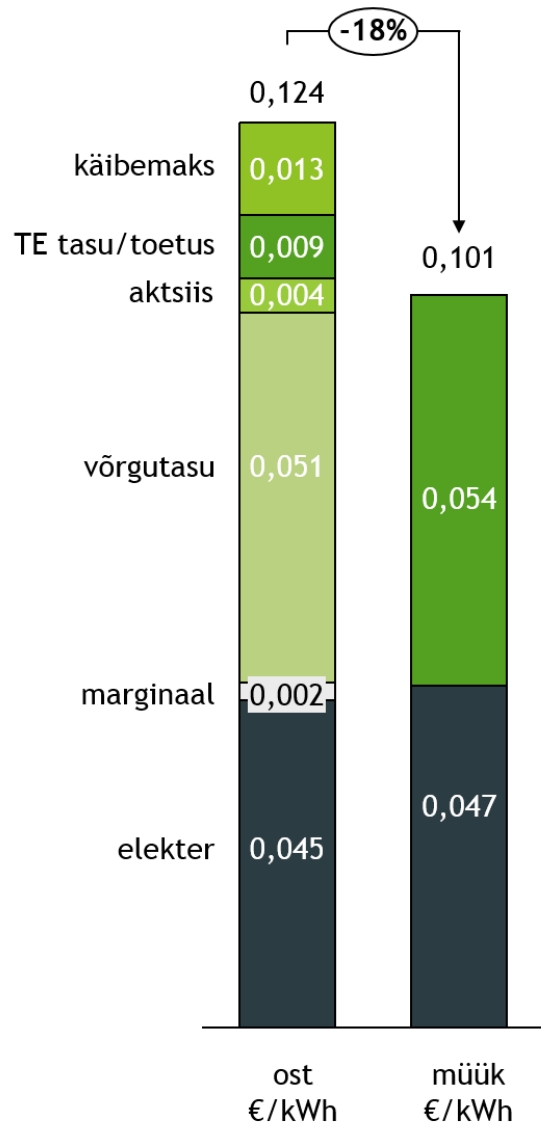
Tasandamiseks olulisi kõikumisi tootmiseadme poolt toodetava energia ja omatarbe nõudluse vahel peaks paigaldatava tootmiseadme optimaalne võimsus olema ligilähedane väärtusele mis on saadud elneva arvutuse tulemusena.

$$P_{peak} = 5000 / 821 \times 1 kW = 6,09 kW$$

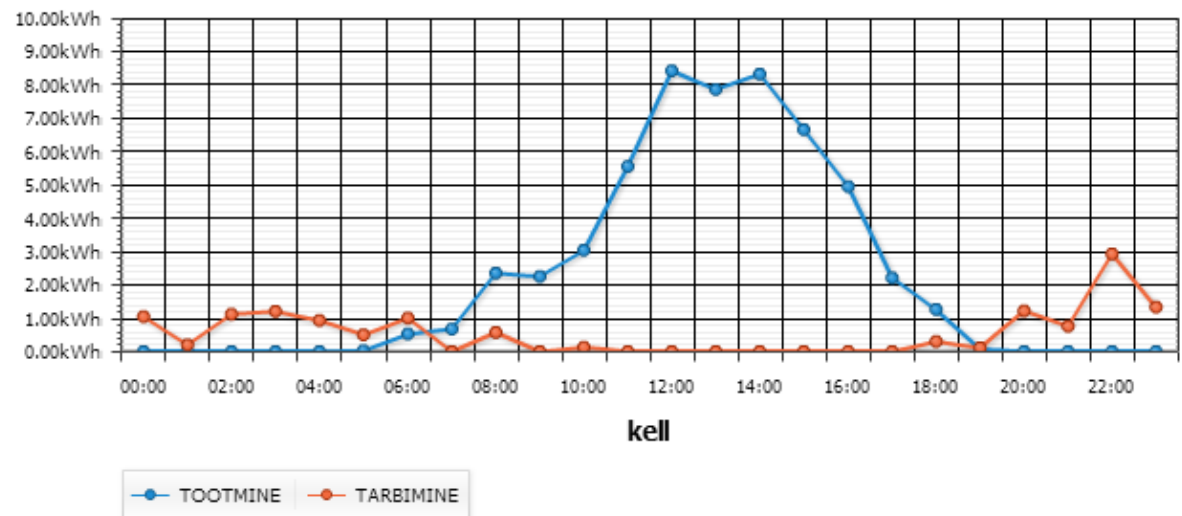
- Keskmise tarbimisega eramu PV-jaama hetketootmisvõimsus võiks Eesti tingimustes olla mitte üle 6 kW.
- Suurem hetketootmisvõimsus pikendab süsteemi tasuvusaega märgatavalt.



# PV dimensioneerimine ja hind

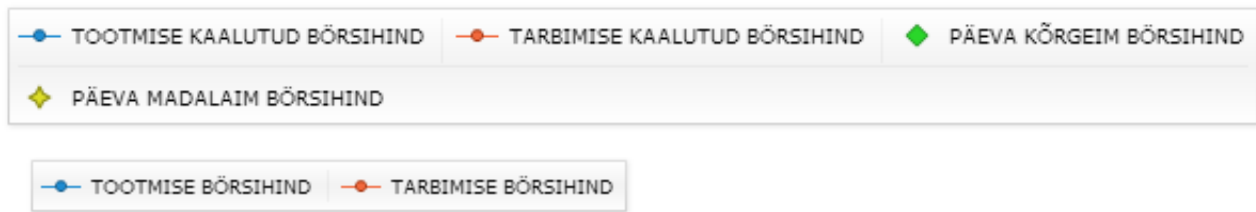
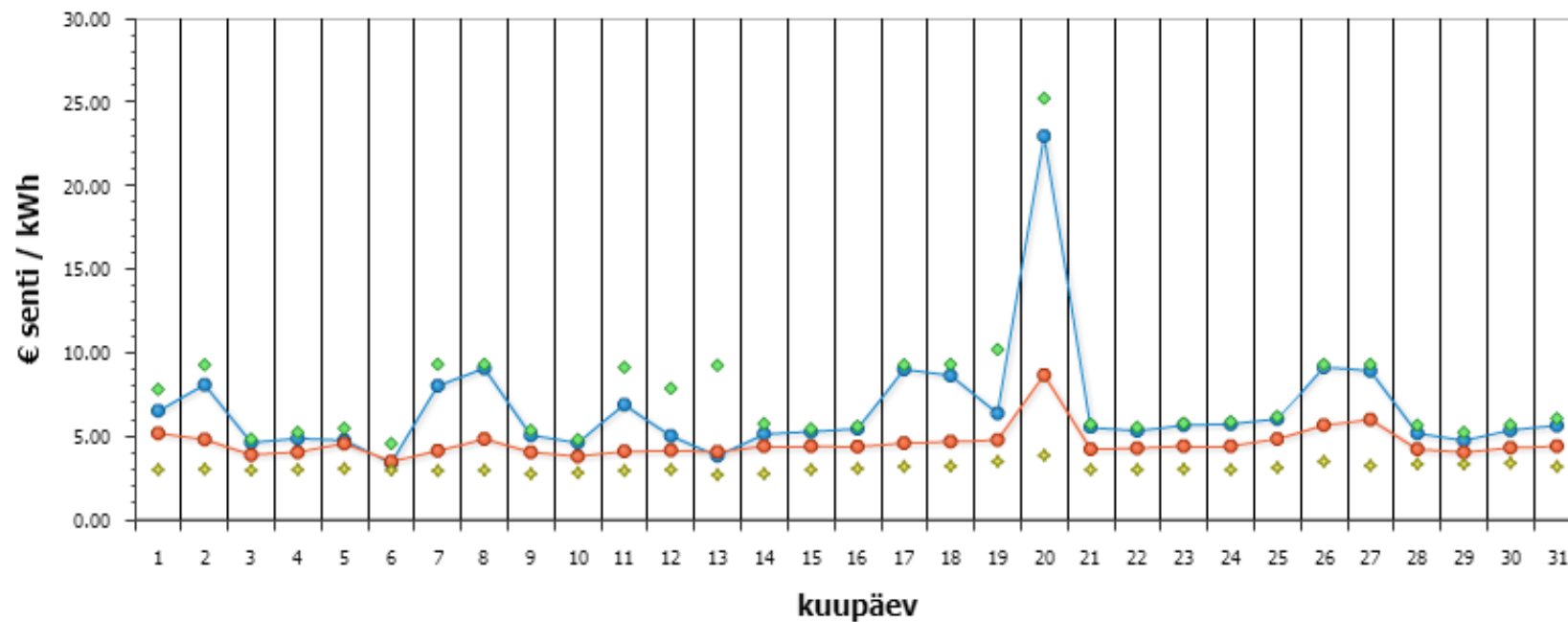


**ELEKTRI HIND:**  
**1/3 BÖRSIHIND**  
**1/3 VÕRGUTASUD**  
**1/3 RIIKLIKUD MAKSUD**



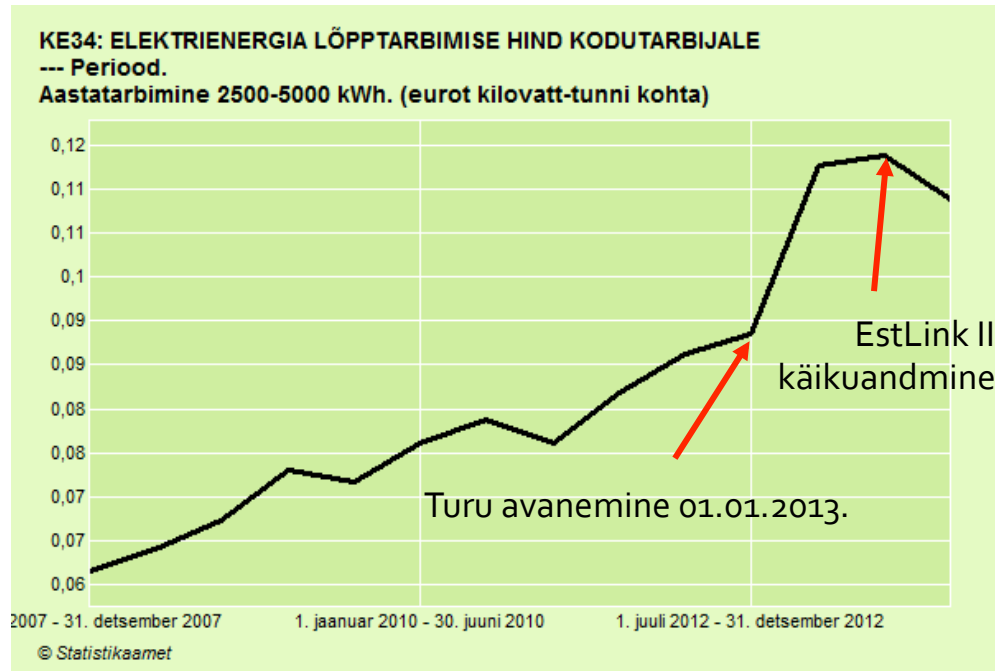
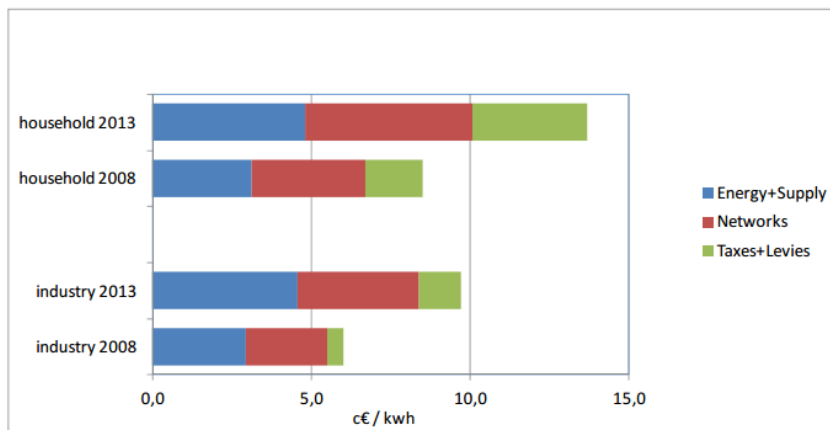
Pühapäev 20.07.2014

# Hind ost/müük



# Elektri hind ostul/müügil

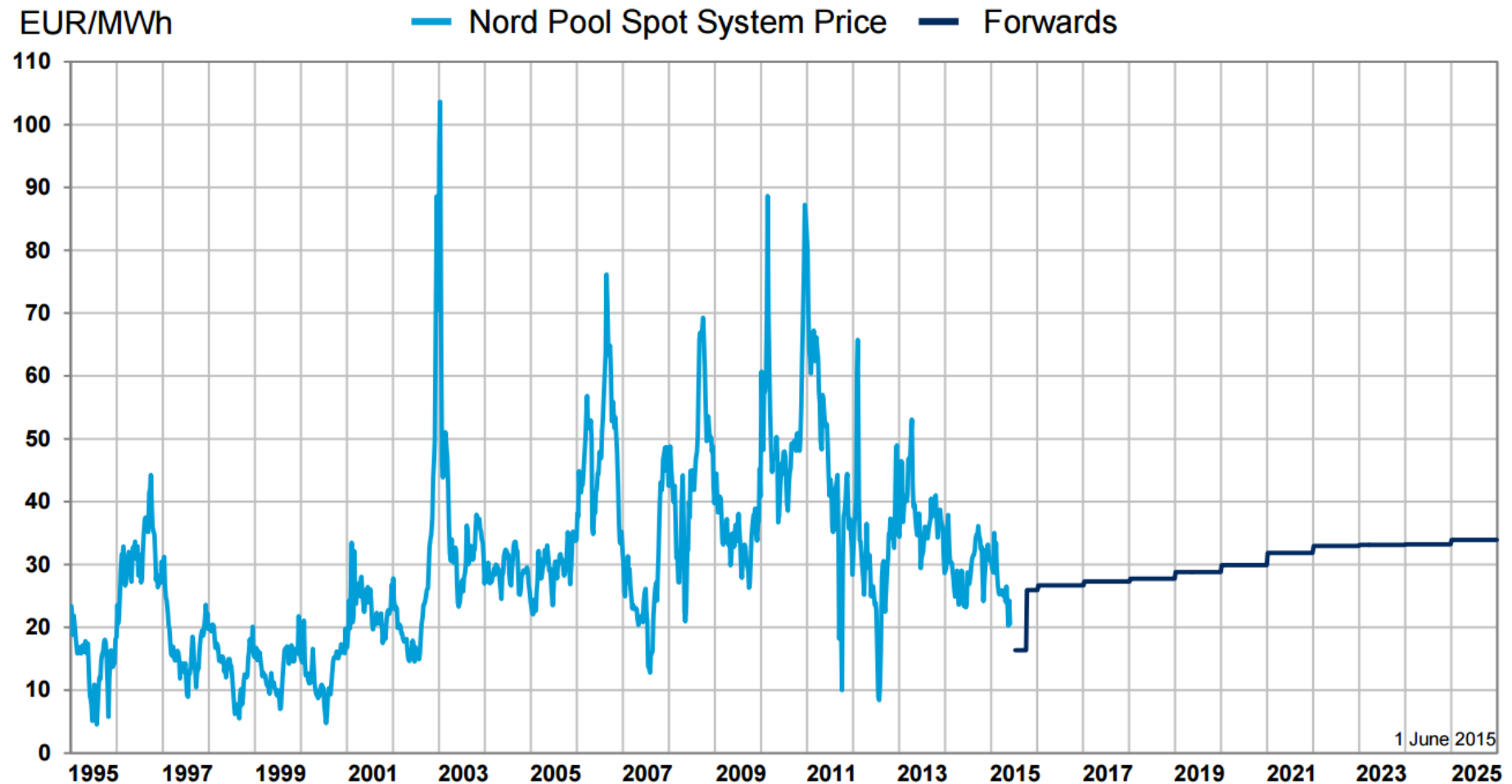
Figure 3: Electricity price change by component 2008 – 2013 (source: Eurostat, energy statistics)



	PV omahind	El + 1%	El + 1,5%	El + 2%
<b>Keskmine €/kWh</b>	0,099	0,15	0,16	0,24
279 232 kWh	27 644 €	41 932 €	45 421 €	65 752 €

- Kui palju kallineb börsielekter 30 a. jooksul kodutarbijale? (Soome hind)
- Kuidas muutuvad võrgutasud ja riiklikud maksud 30 a. jooksul?

# Nord Pool elektrihinna prognoos 2025



# PV-elektrijaama käidukulud



\* **KÄIDUKULUD** 0,5 - 1% investeringust aastas  
(puhastamine, hooldus, kindlustus)

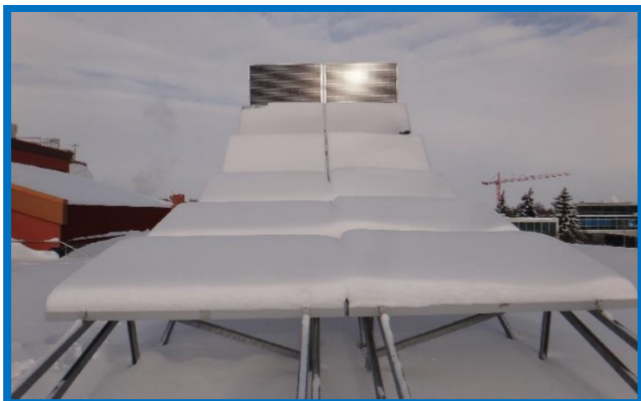
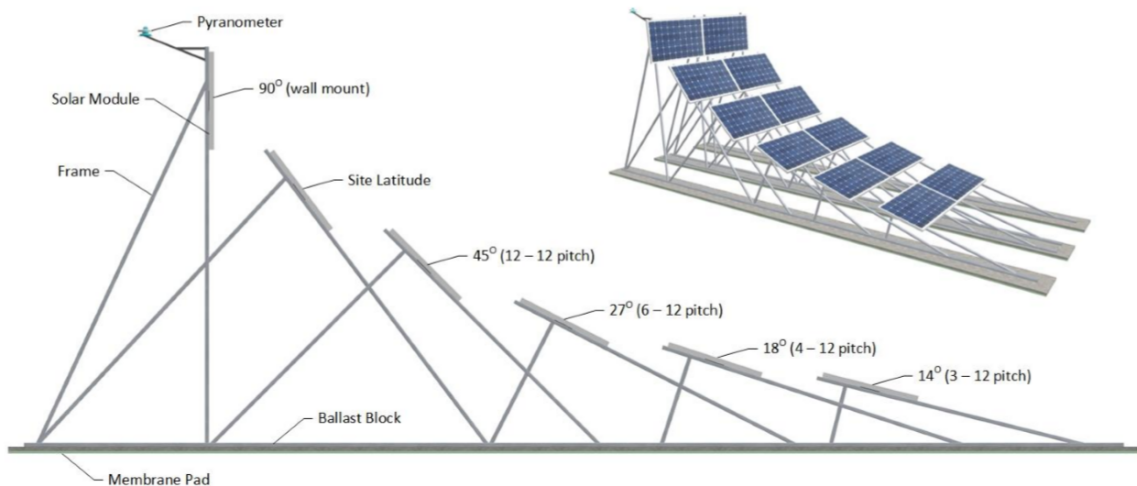
\* **DEGRADEERUMINE:** ~ 0,5% tootlikuse vähenemine

**PV-paneeli pinna 2% varjamine või kinnikatmine võib vähendada paneeli (ja kogu ahela) tootmisvõimsust kuni 70%**

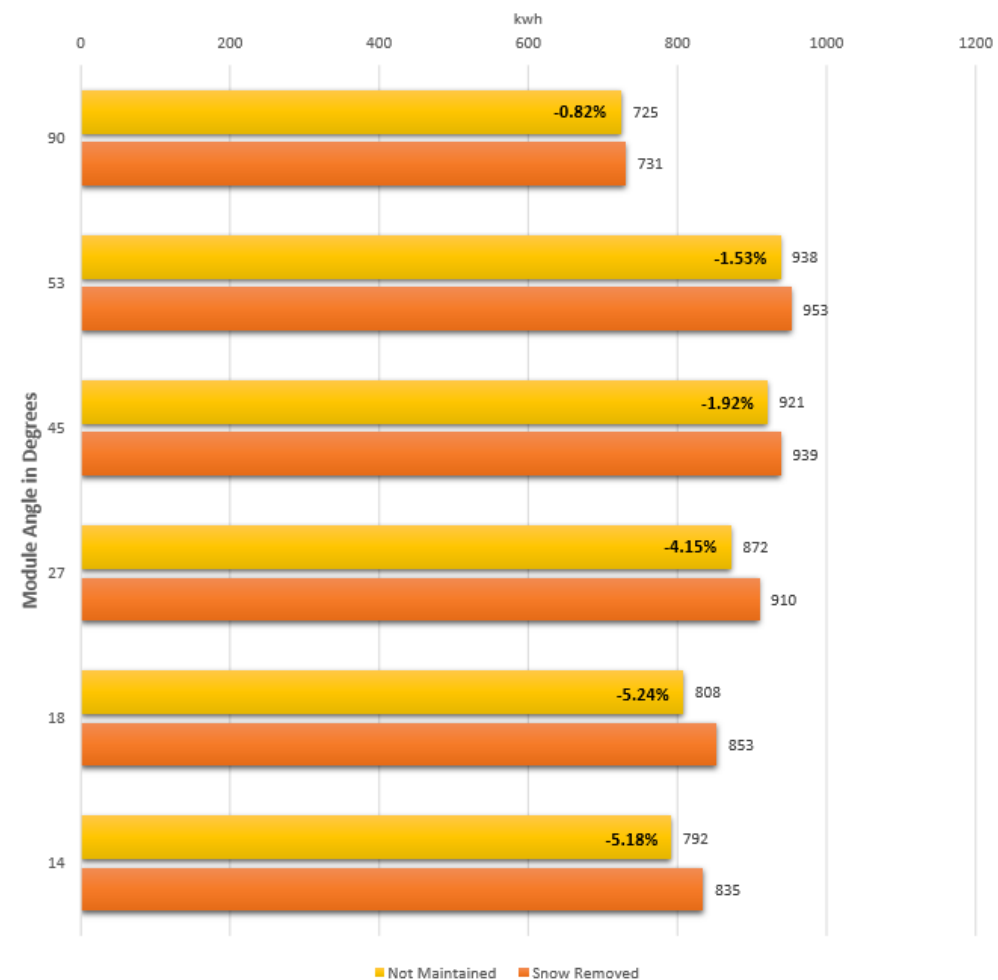
**PV-paneeli pinna mustumisest tingitud tootlikuse vähenemine!**

# PV-paneelid ja lumi?

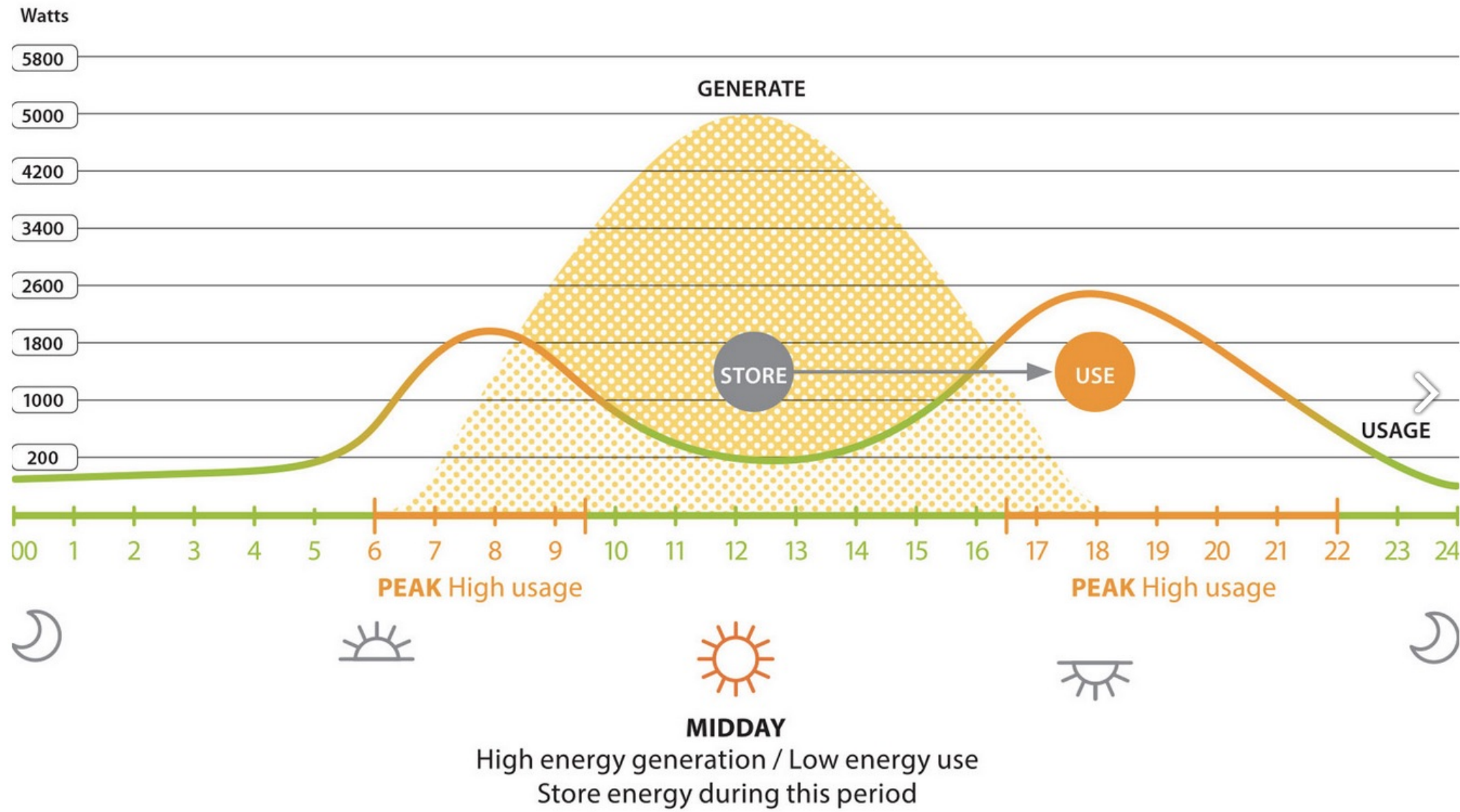
Kanada Põhja Alberta Tehnoloogiainstituudi uuring 2012-2015



Performance Comparison Between Snow Removed and Non-Maintained Modules  
April 01, 2012 - March 031, 2015

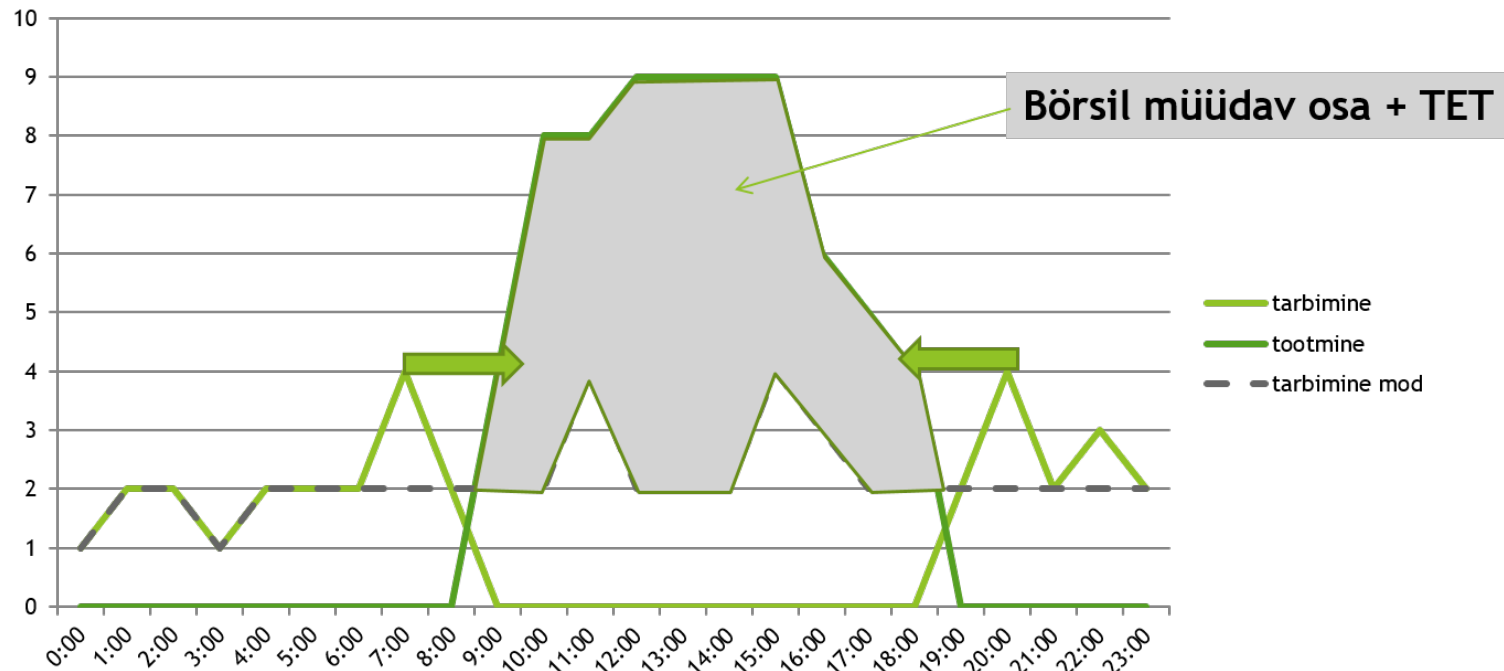






# Energiatarbimise audit

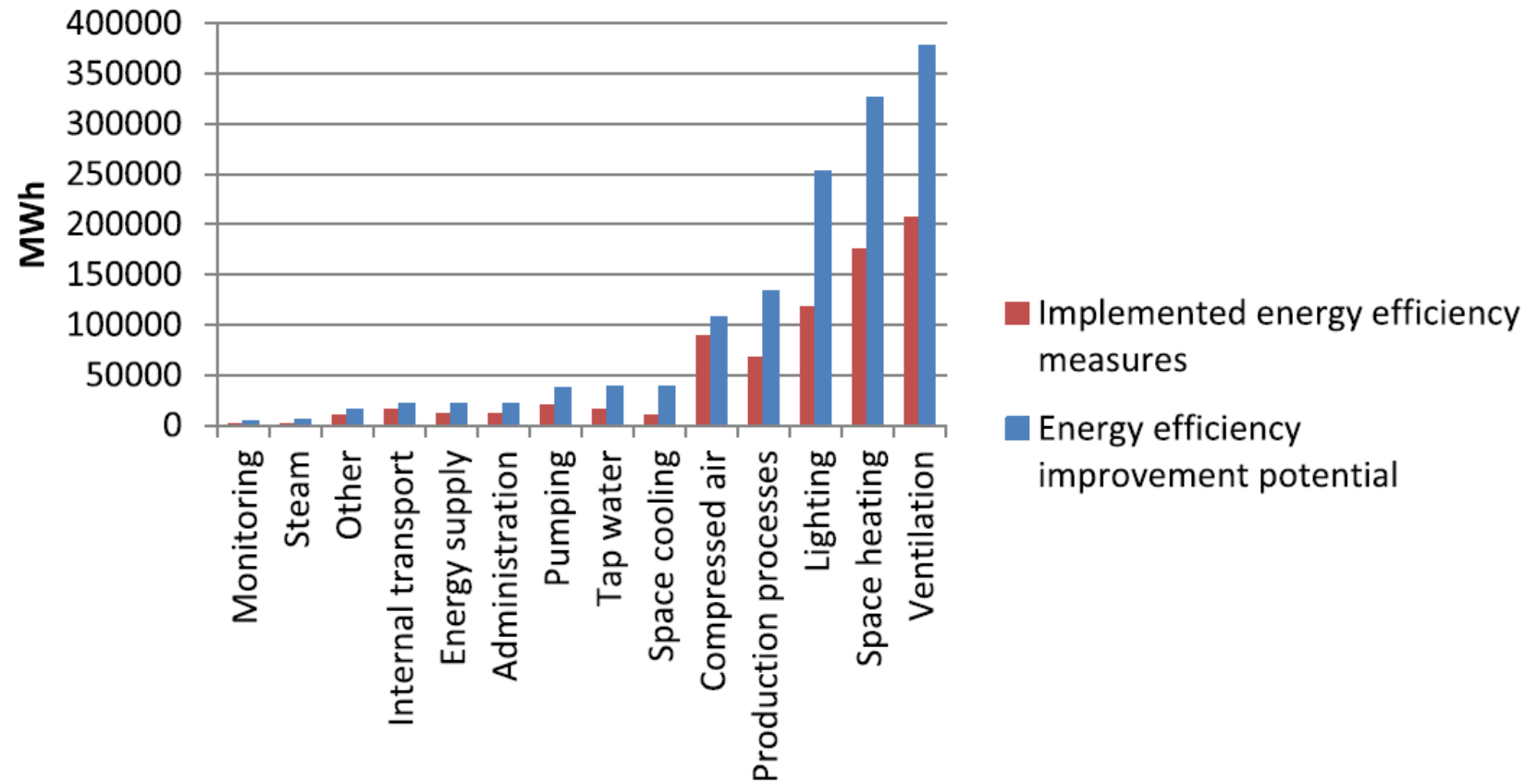
- Analüüsi oma tarbimisharjumusi
- Leia suurimad tarbijad
- Kas nende tööd on võimalik nihutada ajale kui on tootmine?
- Ning SAMAVÕRRA vähendada võrgust ostetava elektrienergia kogust?



Kõige odavam elekter on  
kokkuhoitud elekter!



# Rootsi tööstuste energiaaudit



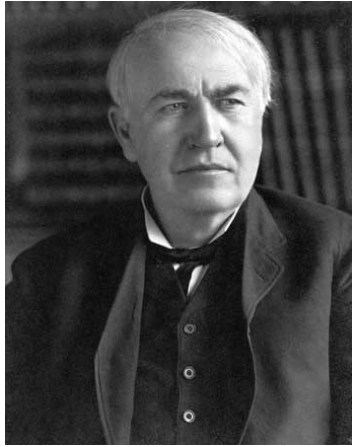
# Hübriidlahendused

- Oluline leida **üksteist TÄIENDAVID lahendused**, mitte dubleerivad tehnoloogiad:
  - Biomass (pellet, hake) + solar – talvel pellet, suvel päike
  - Soojuspumbad + PV
- **Dubleerivate tehnoloogiate** (PV + solar termo) puhul on tegu üleinvesteeringuga ja mõlema süsteemi tasuvusaeg pikeneb oluliselt, muutes investeeringu tootluse negatiivseks

# Väljakutsed ja kokkuvõte

- Lokaalne energiatootmine PV-seadmetega muutumas hoonete loomulikuks osaks
- Tegemist on EELKÕIGE säästuabinõuga
- Parima ökonoomika saavutamiseks vajalik süsteemi optimaalne dimensioneerimine lähtuvalt tarbimisest
- Salvestustehnoloogiate areng soodustab ka lokaalse tootmise laienemist
- Eesti laiuskraadil on oluline salvestada pigem 6 kuud kui 6 tundi = elektrivõrk kui salvesti
- Erinevaid tehnoloogiaid kombineerides oluline vältida dubleerimist ja seega ka üleinvesteerimist
- Siiani pole MITTE ÜKSKI pikaajaline prognoos PV tehnoloogia arengu ja hindade dünaamika osas paika pidanud, areng on olnud kiirem kui keegi kunagi seda prognoosida oleks osanud!





“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