



TALLINN UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY

Korterelamaute soojuspumpade mõju kaugküttele

Arbo Reino

TTÜ Inseneriteaduskond

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

22.01.2018



Sisu

1. Energiaefektiivsuse eesmärgid elamutele ja säästu võimalused
2. Soojuspumpadega elamute tegelikud tulemused
3. Mõju kaugküttesüsteemile
4. Mõju soojuse hinnale
5. Ettepanekud



Eesti energiasstrateegia ja meetmed

Eesti on võtnud kohustused täita EL energia- ja keskkonnanäesmärgid ning ratifitseerinud ka Pariisi kliimalepingu. Konkreetsed meetmed energiaefektiivsuse ja taastuvenergia soodustamiseks:

- Taastuvelektri ja efektiivse koostootmise toetused
- Investeeringutoetus kaugkütte uuendamiseks ja üleminekuks taastuvkütusele
- Investeeringutoetus elamute energiaefektiivsuse parandamiseks

Senine mõju:

Taastuvenergia osakaal energia lõpptarbimises on 29% sh:

- soojuse osas üle 50%,
- elektri osas 16%
- transpordi osas 0,4%*

*Allikas: Statistics Estonia, 2017

Säästu võimalused korterelamutes

Energiavajadus ja säästu võimalus:

- Välispiirete soojuskadu (saab säästa)
- Ventilatsiooniõhu soojendamine (saab säästa)
- Tarbevee soojendamine (ei muutu)
- Kodumasinat ja valgustuse elekter (ei muutu)

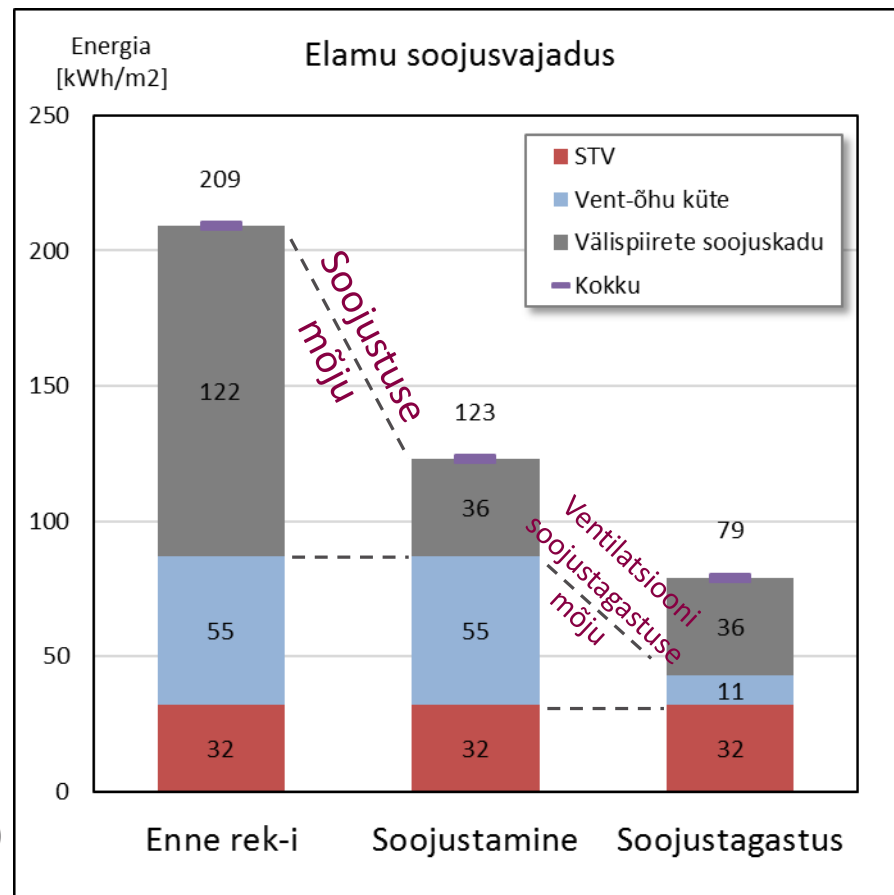
Uuendamata KE tüüpiline energia erikasutus *

Energia liik kWh/m²/a

- soojus 150...200
- **elekter 30...50**
- **Kokku 180...250 ->KEK 195...280**

* Märkused:

- Arvutatakse erivajadus köetava pinna kohta!
- Seega on ülimalt kriitiline, kas selle sisse arvestatakse ka koridorid ja kelder või mitte!



Graafik koostatud uuringus "2010 A. Hamburg, E.Jõgioja, U. Kallavus, TKTK Renoveeritud ja vähemalt üks aasta eksploatatsioonis olnud elamute ehitusfüüsikalise olukorra uuring" toodud info põhjal

Korterelamute energiaefektiivsuse nõuded

2009+2013 Hoone energiatõhususe miinimumnõuded

Korterelamute energiaklassid (ETA/KEK):

- A. liginull 100
- B. madal 120
- C. uusehitise max 150
- D. uuendamise max 180

Suurima investeeringutoetuse (40% Kredexist) saamiseks tuleb uuendamisel saavutada energiaklass C (ETA < **150**)

Nõutav: soojustagastusega ventilatsioon või **väljatõmbeõhu soojuspump**

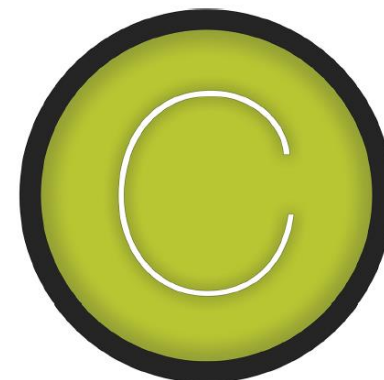
Viimane on odavam!

arvutustes kasutatakse SCOP 3,0...3,6

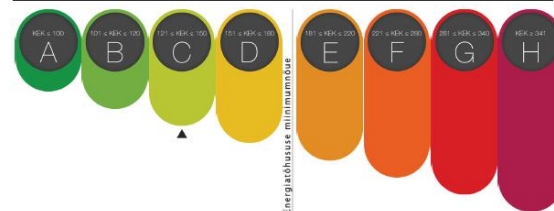
Kaalumistegurid:

- elekter 2,0
- fossiilkütused 1,0
- kaugküte 0,9
- taastuvenergia 0,75

HOONE ENERGIAMÄRGIS



Kaalitud energiaerikasutus
148 kWh/m²·a



Ventilatsioonisoojuse kogumine

Soojusvaheti igal korstnal

N: HeatCatcher



Kogumine kesksoojusvahetisse

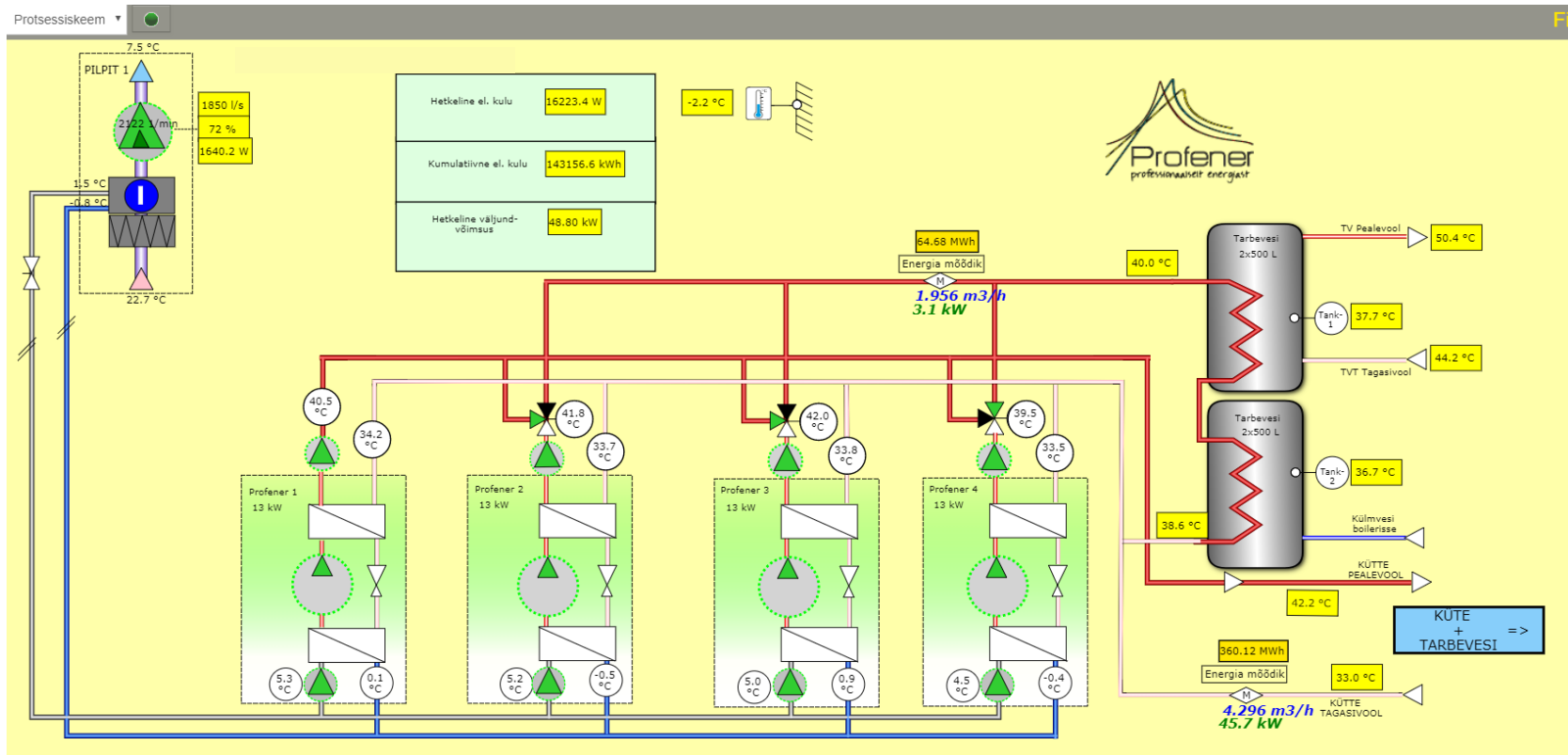
N: Pilpit



Juhtimine ja andmehõive

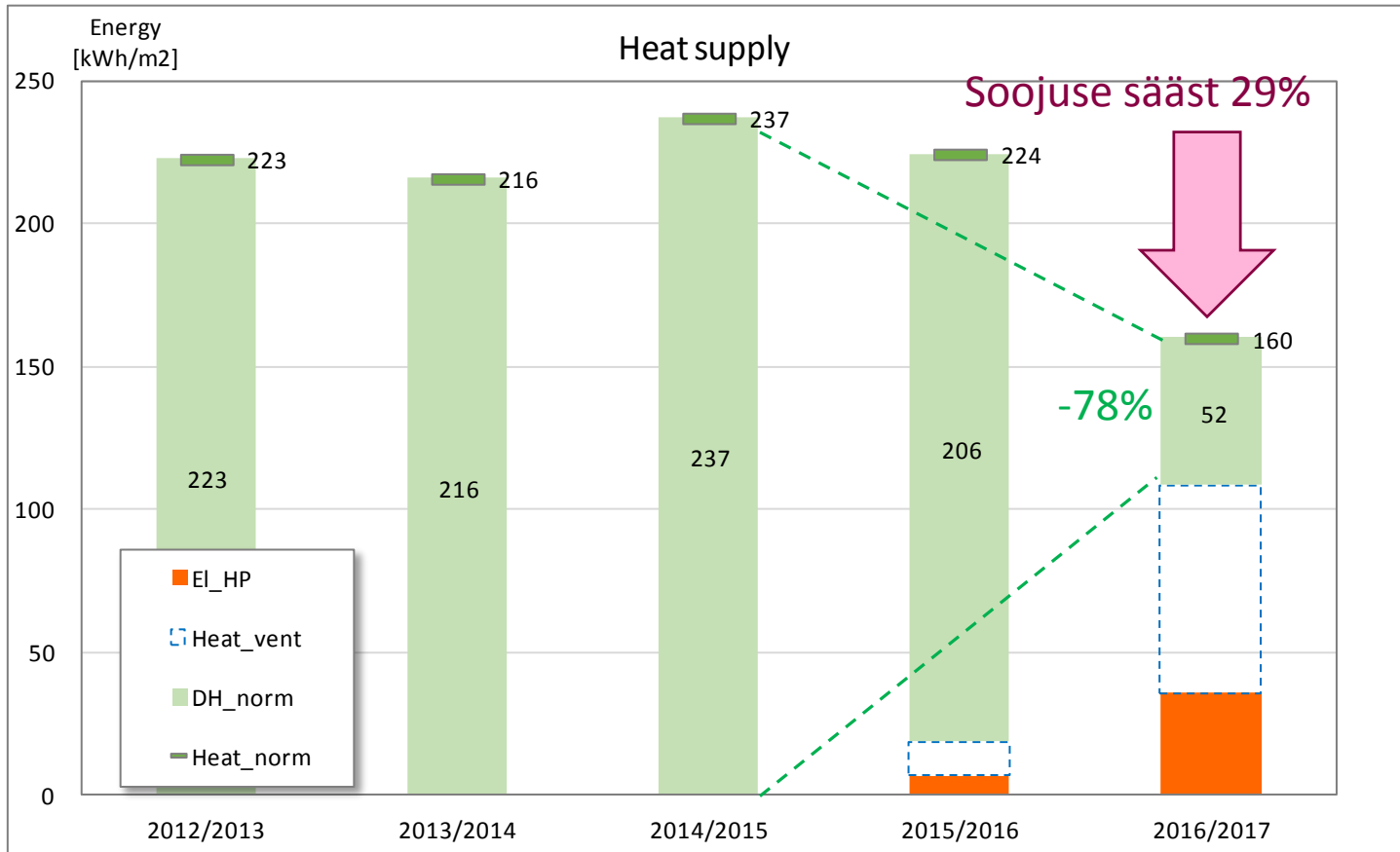
Ülimalt oluline et saada omada ülevaadet seisundist ja kiiresti reageerida kõrvalekalletele

andmeid pole vaja logida iga 10s tagant, piisab 5...15min (või isegi 1h) intervallist ja kõrvalekalde häiretest



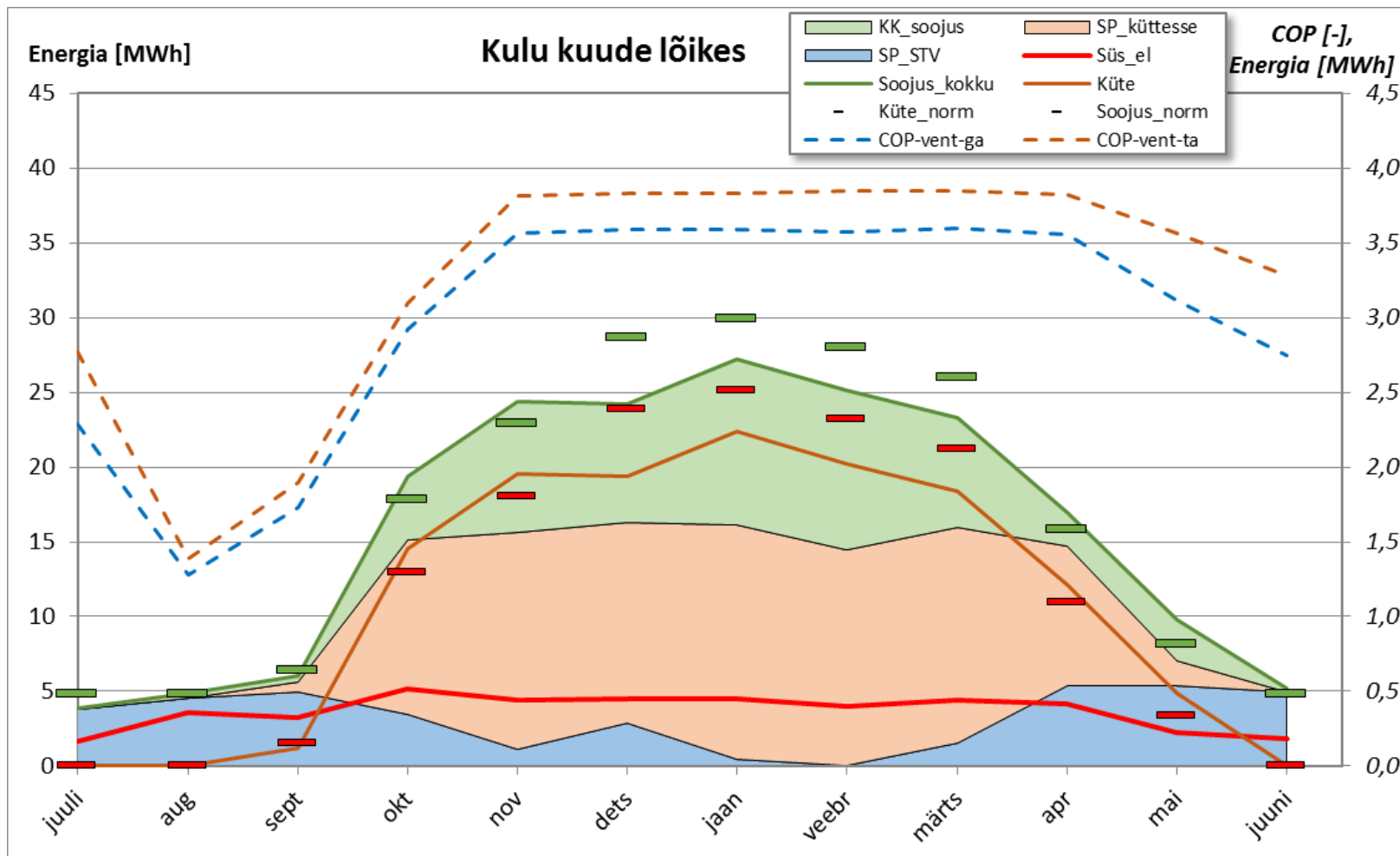
Ekraanitõmmise allikas: Profener OÜ

Energiakasutus uuendatud korterelamus (T4: 33 korterit, 4 korrust)

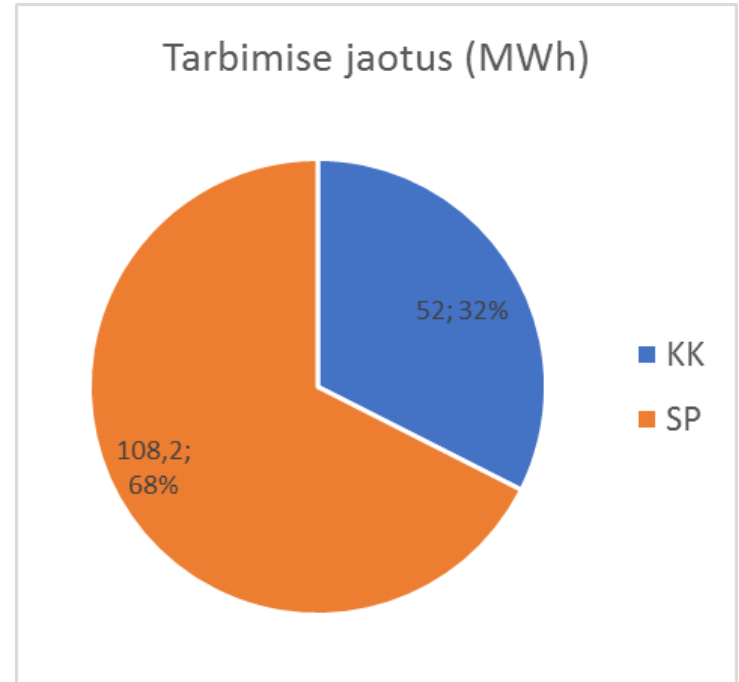
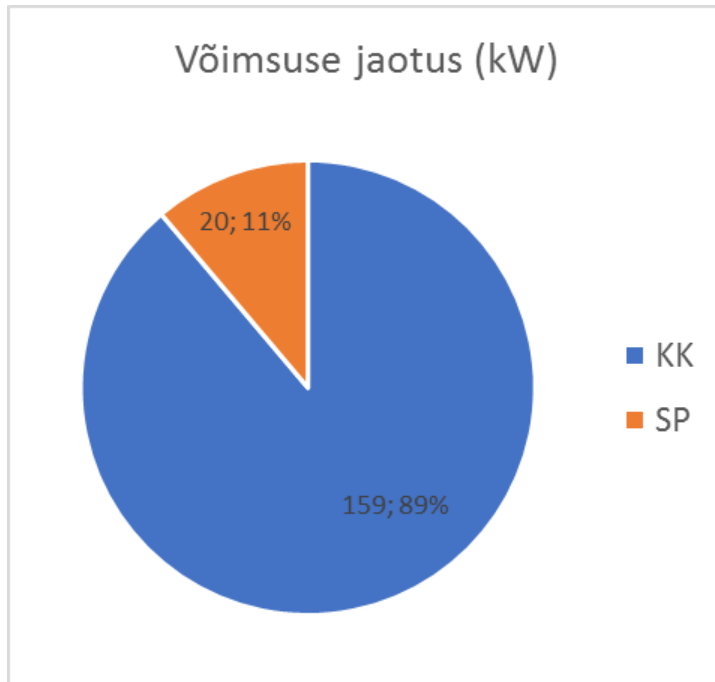


Täiendav elekter SP-le 32, tarvikute elekter sama 30
KEK alanes 260 -> **177** **NB! C-klassi ei saavutatud!**
SP osakaal 70%, SCOP 3,3, koos ventilatsiooniga 3,0

Soojusvarustus kuude lõikes 2016/17 (T4)

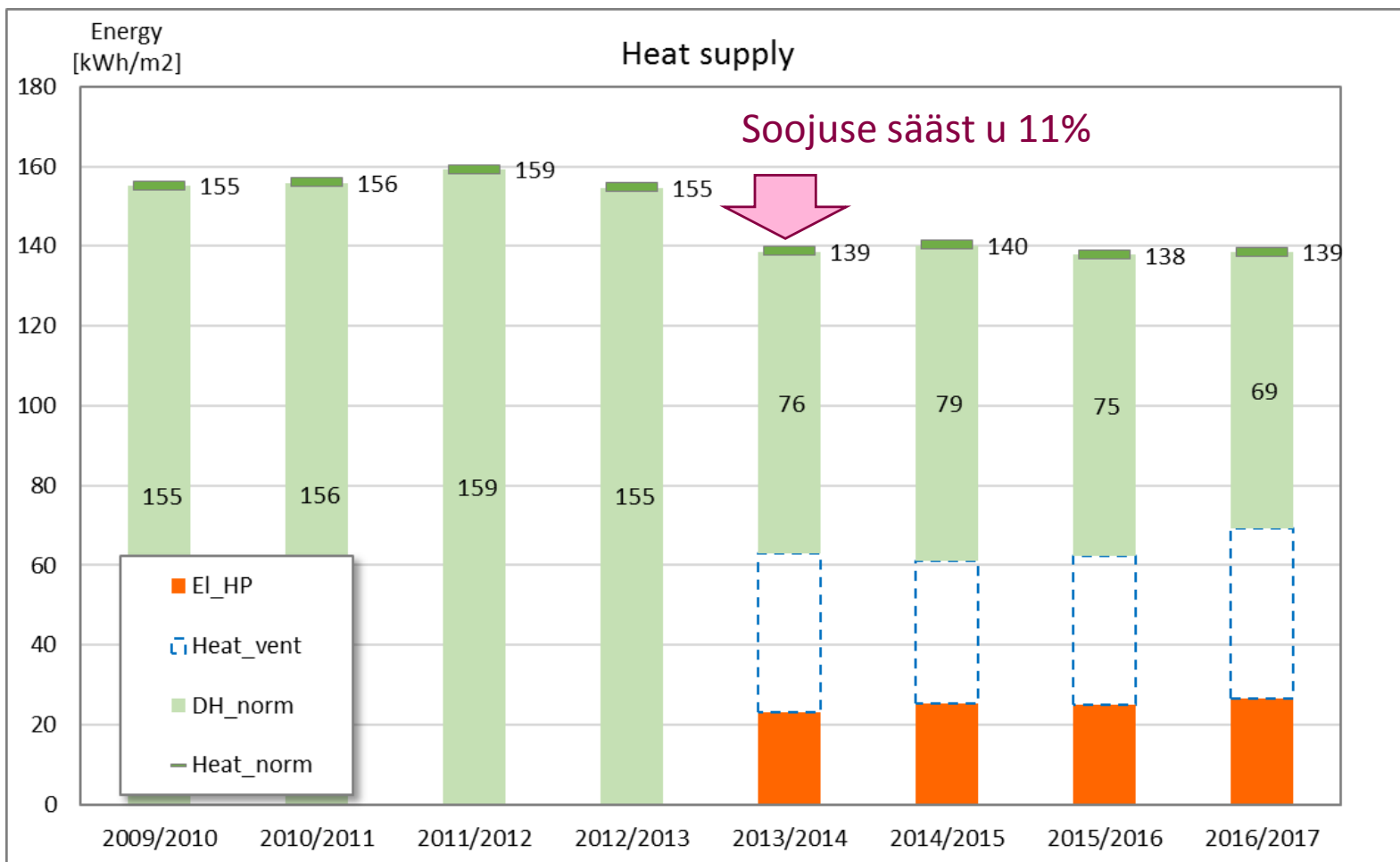


Võimsuse vajadus vs tarbimine (T4)



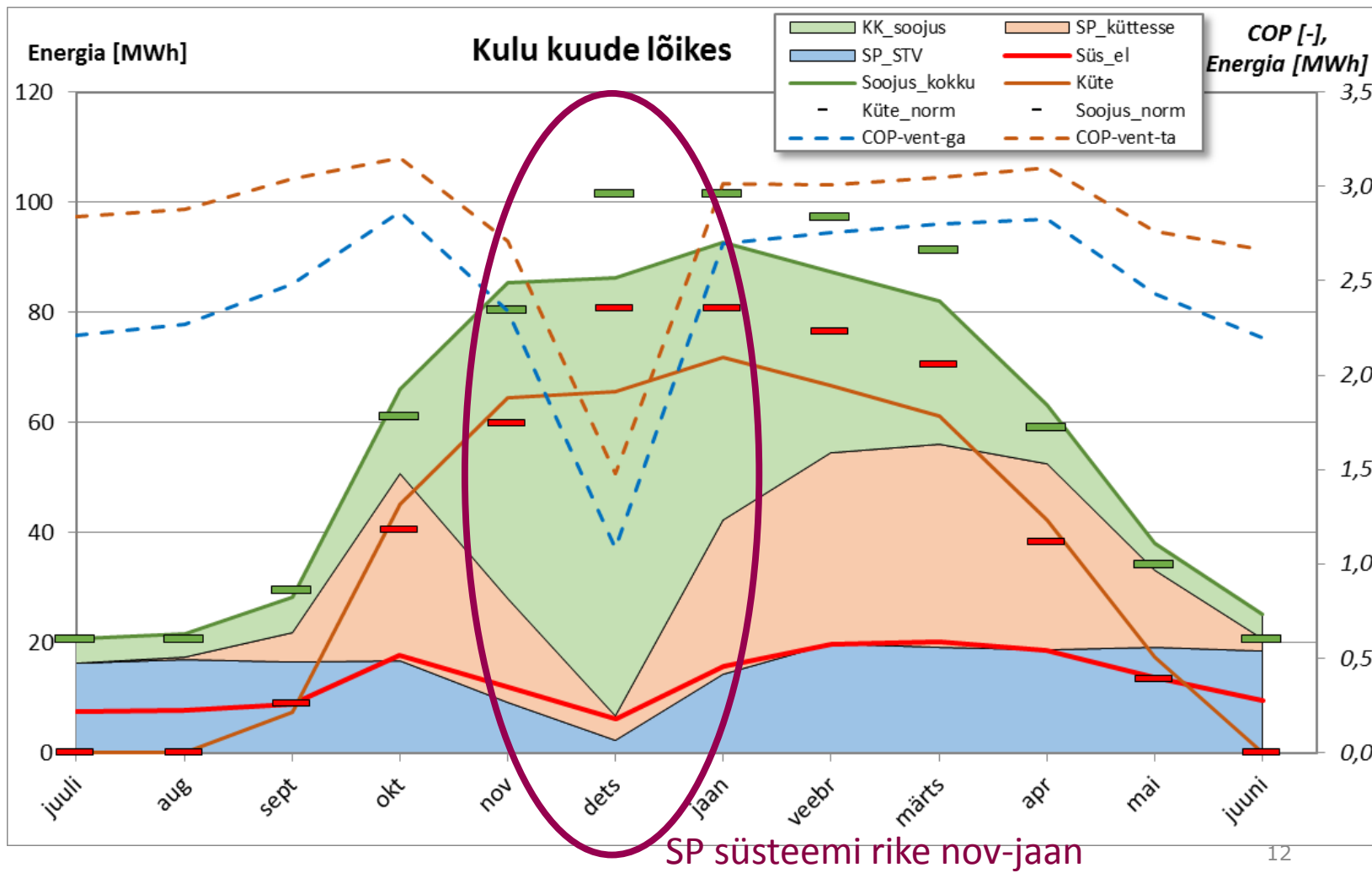
- Kaugküte peab vastutama ligi 90% võimsuse eest, aga soojuste müügitulu saadakse vaid u 30% mahu eest

Energiakasutus uuendatud korterelamus (T12: 90 korterit, 5 korrust)



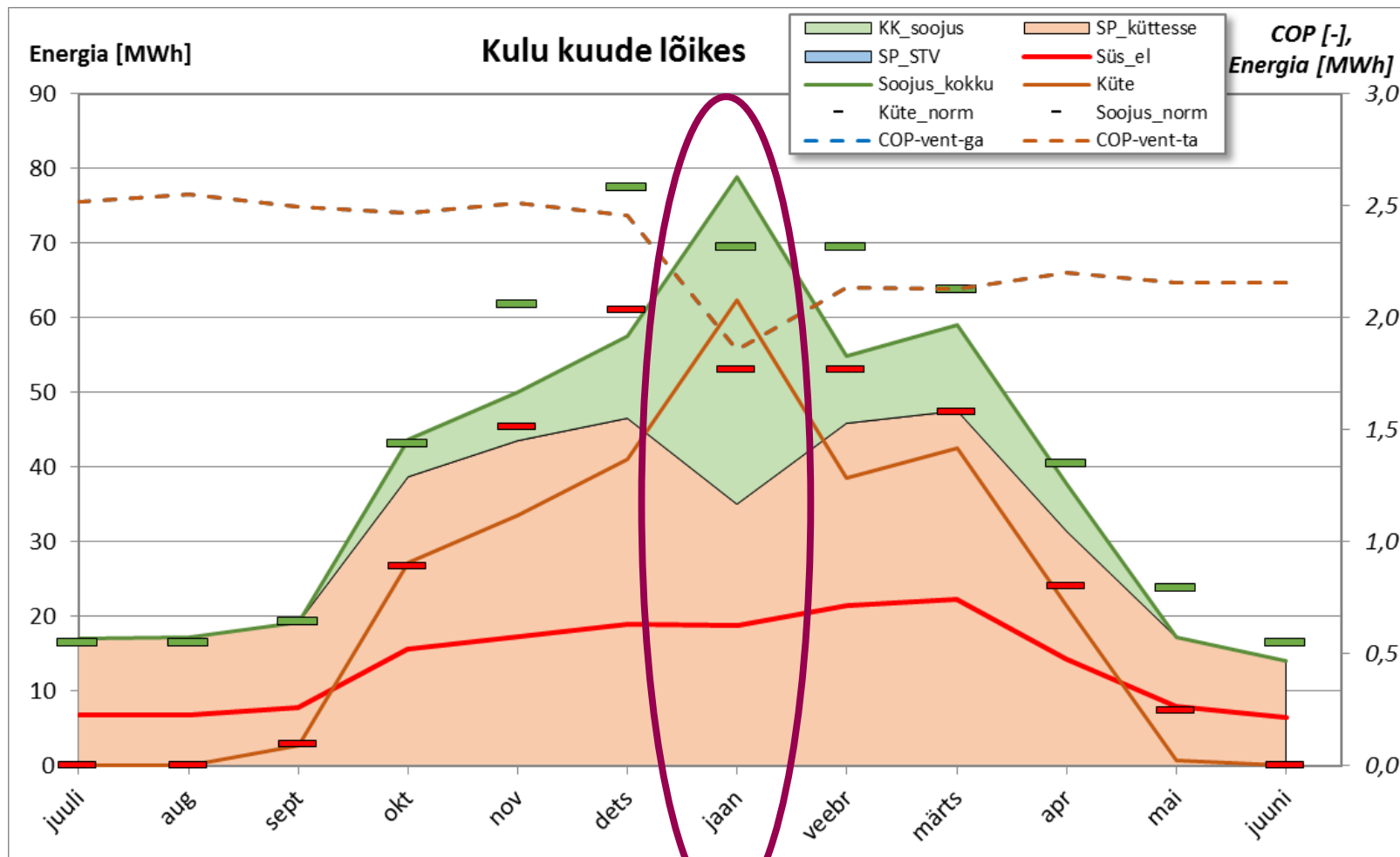
- Soojuse sääst vaid 11%, aga Kaugkütte mahu vähenemine üle 50%

Soojusvarustus kuude lõikes 2015/16 (T10)



Kaugküte peab tagama reservi täisvõimsusele, sest SP süsteem võib olla rikkis

Soojusvarustus kuude lõikes 2015/16 (H3)



Mis juhtus jaanuaris?

Ebaseaduslik õhk-vesi SP, külm ilm -> SP jõudlus vähenes, KK peab välja aitama

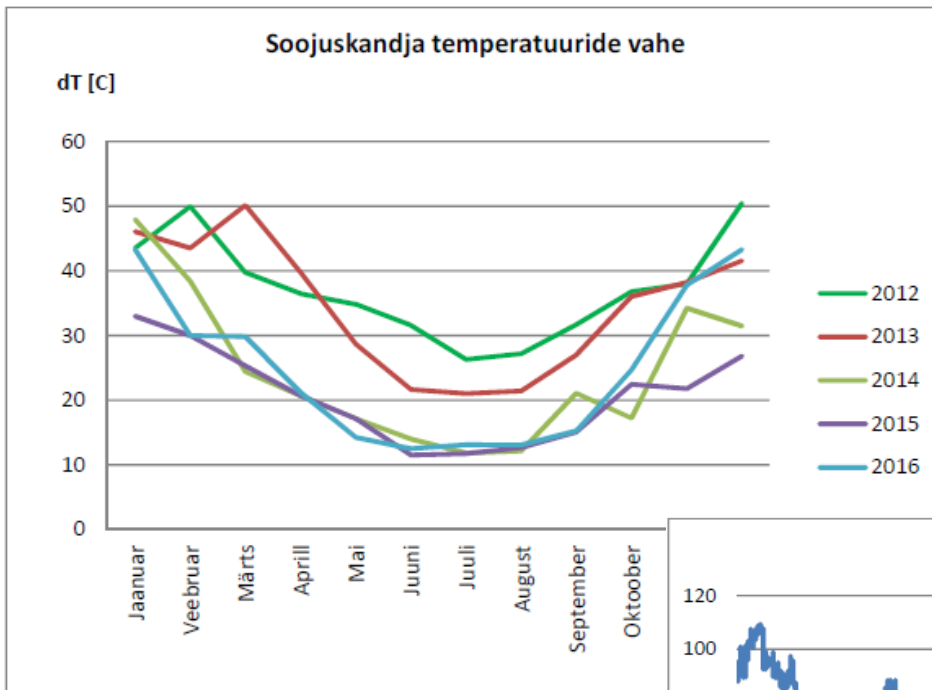
Õhk-vesi soojuspump vent-õhu toruga



NB! Õhk-vesi SP pole lubatud!

KkütS järgi on lubatud paigaldada ainult ventilatsioonisoojuse SP kui kasutatakse taastuvat elektrit!

Mõju tagastuvale temperatuurile

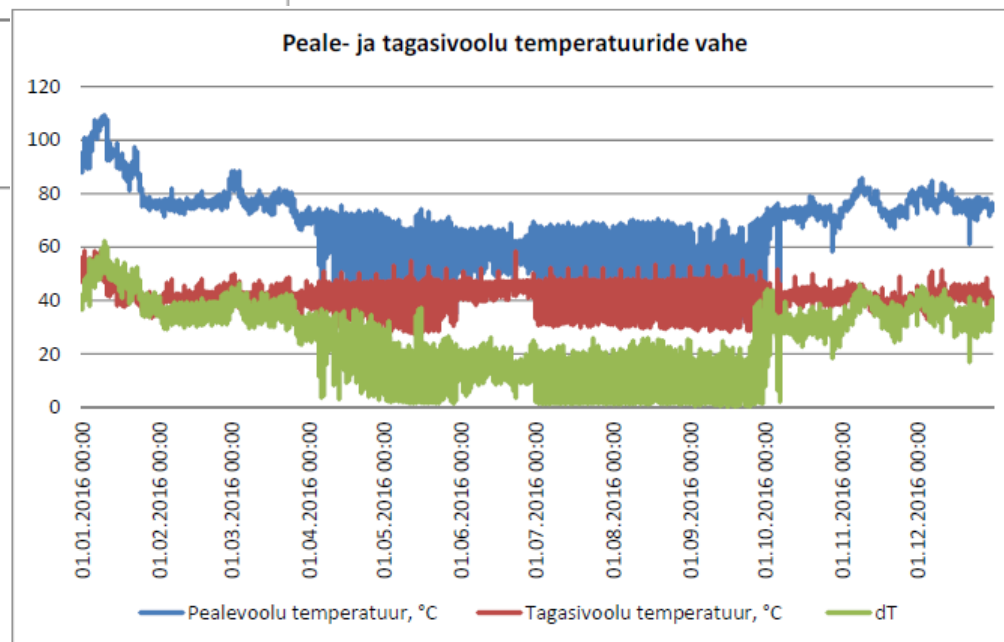


Reeglina ühendatakse järjestikku SP enne KK soojusvahetit

NB! Soomes järjestikku täiendava soojusallika **järjestikku ühendamine keelatud**, lubatud ainult paralleelselt

Tagastuv temperatuur tõuseb märgatavalt:

- Ülal kuukeskmise kaugkütte soojusandja dt on langenud keskmiselt ca 15K
- Paremal suvekuude tagastuv temp on ca 40C ja dt vaid 0...20K



Mõju tagastuvale temperatuurile

Soome nõuded

Korterelamu Soomes, kuhu paigaldati 2011.a ventilatsiooniõhu SP järjestikku:

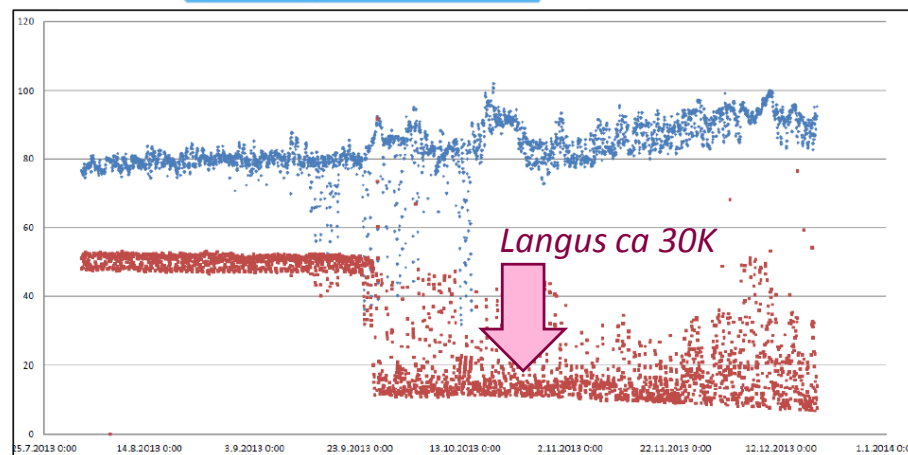
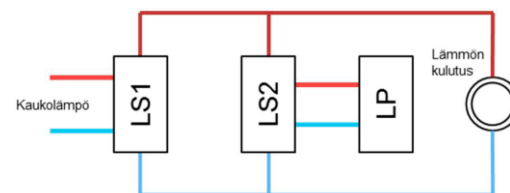
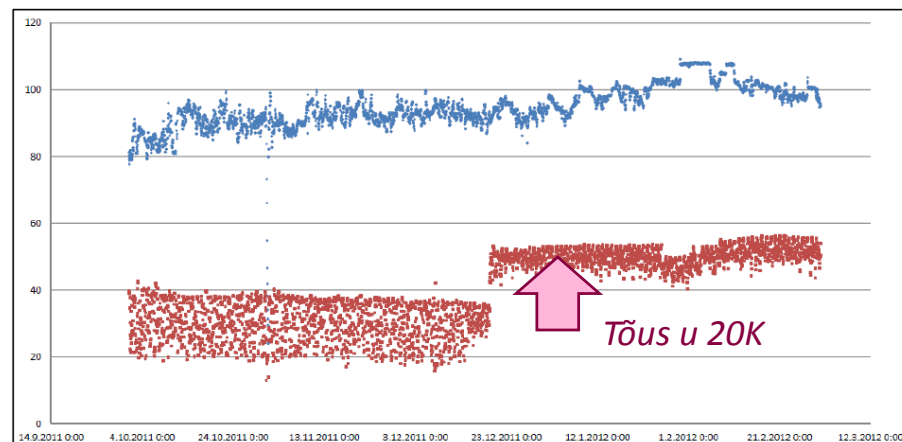
- KK tagastuv temp tõusis u 20K
- KK vooluhulk kasvas oluliselt!

Vastavalt Energiategelisus juhendile „Rakennusten kaukolämmitys: Määräykset ja ohjeet. Julkaisu K1/2013“ on Soomes järjestikku täiendava soojusallika **järjestikku ühendamine keelatud**, lubatud ainult paralleelselt:

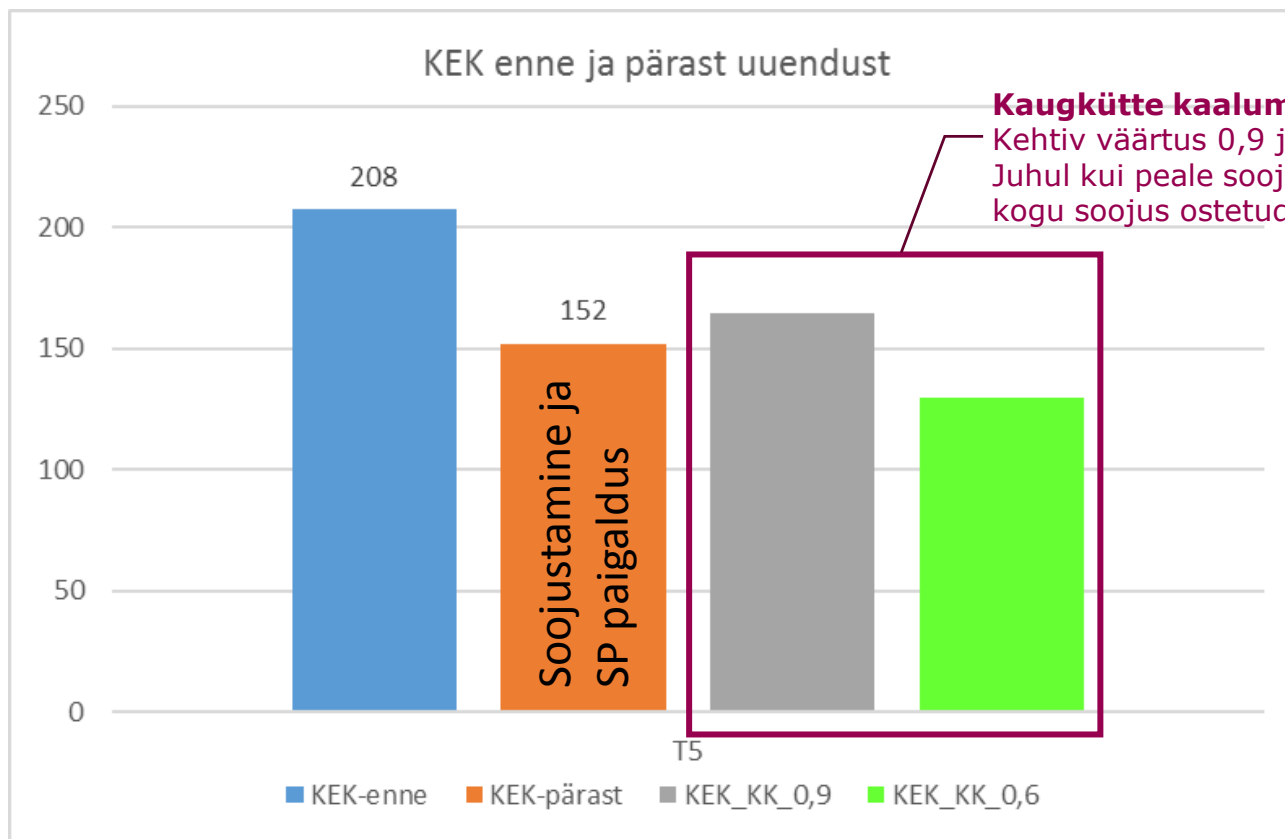
- eesmärgiks on KK tagastuva temp tõusu ärahoidmine

Samas elamus muudeti vent-SP ühendusviisi 2013.a vastavalt juhendile:

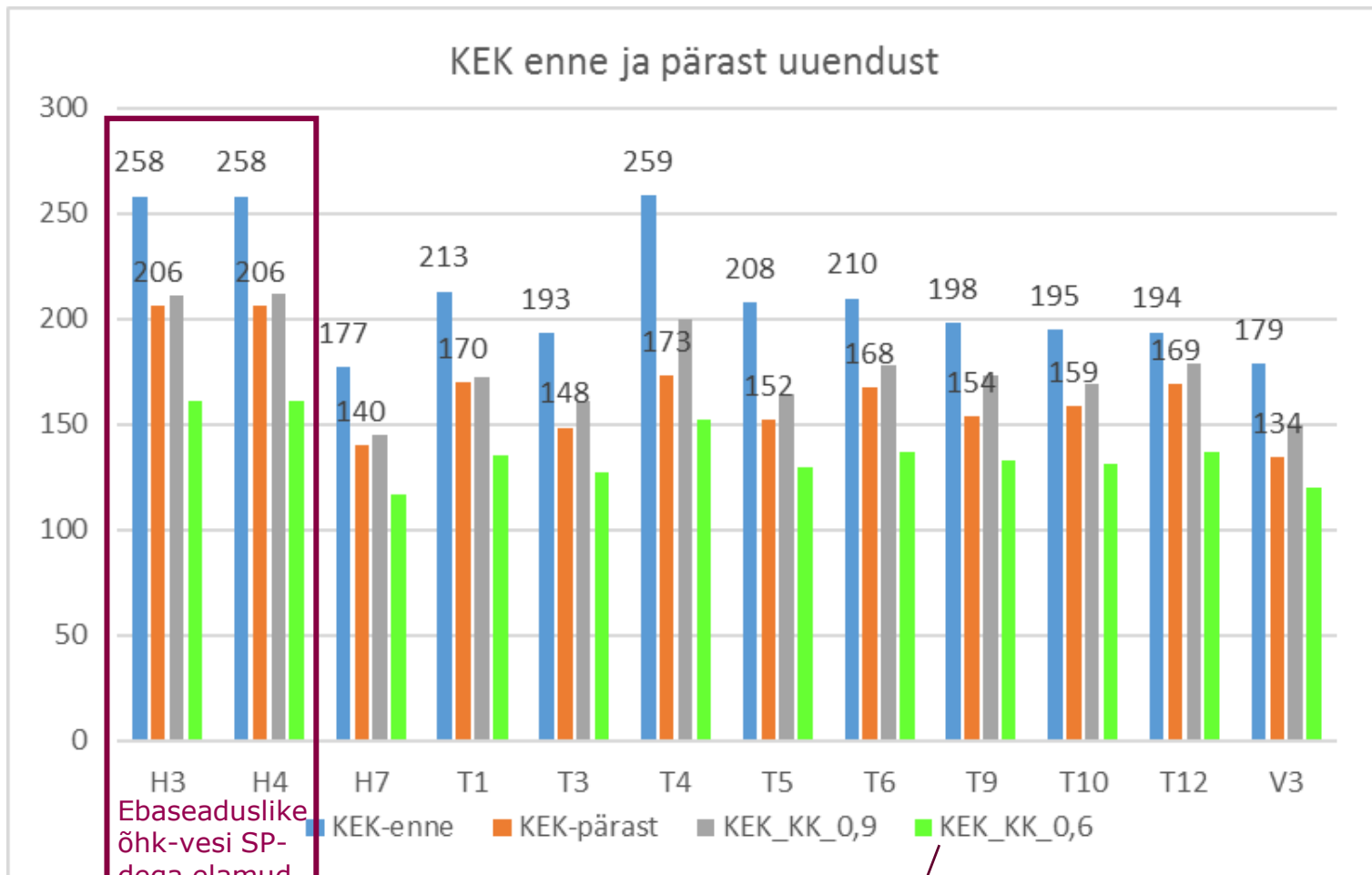
- tagastuv temp langes normi
- KK vooluhulk vähenes endiseks



Uuendatud elamute energiatõhusus: Enne ja pärast + KK kt mõju



Uuendatud elamute energiatõhusus: Kokkuvõte



Kaugkütte kaalumisteguri mõju:
näitena arvutatud KEK kui kt oleks 0,6




Klientide tagasiside

- **Energia sääst väiksem kui prognoositud**
- Elektri ost kasvas rohkem kui prognoositud, sest SP tegelik COP on madalam arvestatust
- **Süsteem ei töötagi iseenesest, vaid on palju keerulisem ja vajab professionaalset käitu ja hooldust. See on kallis**
- Oleks ette teadnud, et kaugkütte hind alaneb, oleks teinud ainult soojustuse
- Osadel juhtudel probleemid vibratsiooniga ja müraga
- Korterimanikud kurdavad külma õhu tõmbust ja piiravad õhu pealevoolu
- Mõned korterimanikud piiravad kütet liigselt radiaatorite termostaatidest (eriti kui küttekulude korteripõhine jagamine)



Kokkuvõte soojuspumpadega korterelamute analüüsist

- **Elamute ostetava (välise) energia drastiline muutumine**
 - Soojustamise tõttu väheneb soojusvajadus 20...30%
 - KK-võrgust ostetava soojuse vähenemine 50...80%
 - Elektri vajaduse kasv kuni 100%
- **Soojuspumba toodang asendab suure osa kaugküttesoojuse tarbimisest**
 - Vent-õhu SP korral 40...70% (teoreetiline hinnang 73%)
 - Õhk-vesi SP korral 60...85%
- **Nõutav energiatõhususe tase 150 saavutati vaid 2-s elamus 11-st**
 - Keskmise 170
- **Soojuspumba elektri kulu planeeritust kõrgem**
 - Madalam SCOP
 - Vent-süsteemi elektri kulu
- **Soojuspumbad on ühendatud kaugkütte soojusvahetitega järjestikku**
- Oluliselt tõuseb KK tagastuva soojuskandja temperatuur -> kasvab soojuskadu, väheneb (koos-)tootmise efektiivsus



Korterelamutesse soojuspumpade paigaldamise mõju energiasüsteemile

1. Elektri vajadus kasvab kuni 100% võrra
 - Kasvab põlevkivi kasutamine ja CO2 emissioon
 - Vaja tugevdada elektrivõrku
 - Päikesepaneelid muudavad võrgu ja tootmise režiimi
2. Soojuse tarbimine kaugküttest väheneb 50...80%, kuid säilib kohustus tagada varustus täies mahus
 - Kahaneb koostootmise osa ja taastuvkütuste kasutamine
 - Kasvab võrgu soojuskao osakaal
 - Tõuseb KK tagastuv temperatuur ->
 - Kasvab KK tagastuva torustiku soojuskadu
 - Kahaneb tootmise efektiivsus

Tulemused

- 1. Väheneb taastuvkütustest toodetud KK kasutamine ja kasvab fossiilsest kütusest toodetud elektri kasutamine**
- 2. Kasvab CO2 emissioon**



Soojuse hinna valesti tõlgendamine

Eestis on harjutud soojuse ühekomponendilise hinnaga

- KK soojuse hind on **täiskulu** põhine
 - Sisaldab kõik kulud (kütus, elekter, käit, hooldus, kapital)
 - Vastutus soojusvaruste eest igas olukorras (sh täisvõimuse ja reservi eest)
 - Kõrge varustuskindlus

VS

- Kohaliku soojuslahenduse hinnaks arvestatakse **osa kuludest**
 - Tavaliselt ainult kütuse ja elektri kulu
 - Seadmed on tavaliselt baaskoormusele ilma täiskoormuse katmise võimekuseta, puuduvad ka reservseadmed

KK soojuse hind muutub

- **Kaugküttesoojuse hind tõuseb**
- **Soojuspumpadega tarbijad ei osale täies ulatuses nende tarbeks vajaliku tootmisvõimsuse ja jaotusressursi kulude katmises, vaid see jääb teiste tarbijate kanda**
- Soojusettevõtjal ei ole tõsist motivatsiooni kasvava riski tingimustes investeerida tõhusamate ja kuluefektiivsemate lahenduste kasutuselevõttu
- Selle mõju hindamiseks tehtud mudel – kui suured võivad olla hinnamõjud



Soojuse hinna muutuse määratlemine



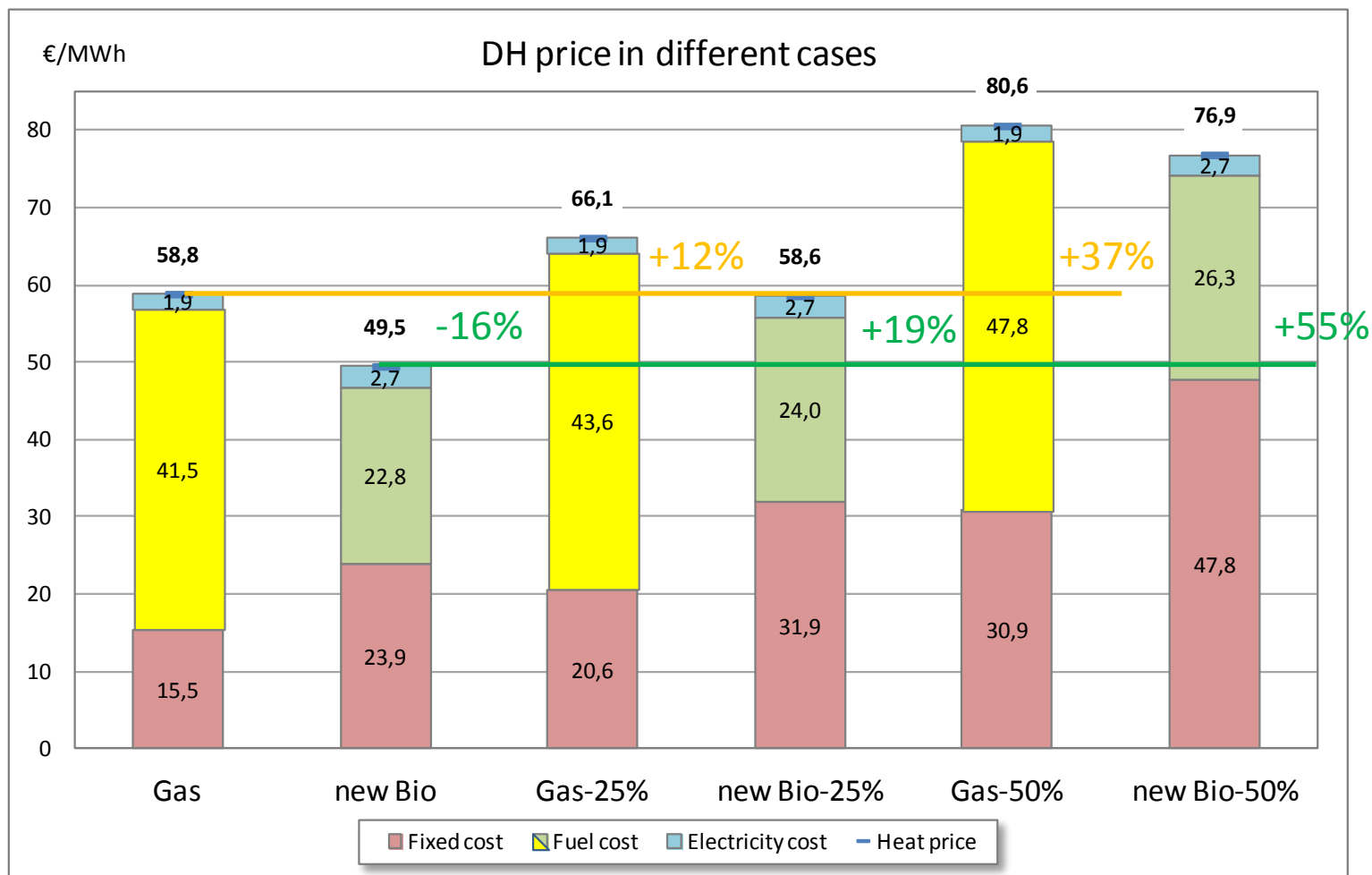
Mis juhtub soojuse hinnaga kui hooned uuendatakse ja paigaldatakse vent-õhu soojuspumbad mõnele suuremale hoonele ja olulisele osale hoonetest ja MIKS?

- Kuidas mõjutaks hinda hakkpuidu katlamaja rajamine
- Mis juhtuks kui maht langeks 25%, ja isegi 50%

Koostatud hinnamudel:

- Põhineb Konkurentsiameti metoodikal
- Eesti keskmise väikelinna/alevi võrk

KK soojuse hinna muutused





Hinnamõjude kokkuvõte

Biokütuse kasutuselevõtt:

1. Alaneb kütuse osa hinnas
2. Kasvab kapitali osa hinnas
- 3. Kui optimaalselt tehtud alaneb soojuse hind ca 16%**
- 4. kasvab tundlikkus tarbimise vähenemise suhtes – suur risk investorile**

Tarbimise vähenemine 25%:

- Püsikulu ei muutu, aga selle osa soojuse hinnas kasvab 33%
- Võrgu soojuskadu ei muutu, aga suhteline kadu tõuseb 19,4%-ni -> tõuseb kütuse kulu osa soojuse hinnas
- Hind tõuseks vastavalt gaasil 12% ja hakkal 19%, hinnavahe väheneks 11%-ni

Tarbimise vähenemine 50%:

- Püsikulu ei muutu, aga selle osa soojuse hinnas kasvab 100%
- Võrgu soojuskadu ei muutu, aga suhteline kadu tõuseb 26,5%-ni -> tõuseb kütuse kulu osa soojuse hinnas
- Hind tõuseks vastavalt gaasil 37% ja hakkal 55%, hinnavahe väheneks 4,6%-ni



Järeldused

Juhul kui soojuspumpade paigaldamine korterelamutes jätkub samasuguse hooga, siis

- KK soojuse hind tõuseb
 - kuid KK-süsteemi püsikulu ei tõuse
 - KK-süsteemi efektiivsus langeb – võrgu soojuskadu kulle ei kasva, kuid suhtes vähenenud tarbimisega tõuseb
- KK-süsteemi ülalpidamisega seotud kulu jaotub üha enam lisasoojusallikata tarbijatele
 - need tarbijad kes ostavad soojust KK-st ainult vähesel määral ja juhuslikult osalevad süsteemi ülalpidamises samuti vähesel määral
 - **„tavatarbijad“ maksavad oma õiglase osa ja lisaks ka vahe**
- KK-süsteemide omanike riskid kasvavad ja valmidus investeerida kahaneb

Tagamaks efektiivsete (taastuvkütused ja/või koostootmine) kaugküttesüsteemide jätkusuutlikkust

PEAME MUUTMA KK HINNASTAMISPÕHIMÕTET



Ettepanekud

1. Sünkroniseerida energia-, keskkonna- ja efektiivsuspoliitika et kogu keti efektiivsus ja keskkonnamõju oleks arvesse võetud
 - tähelepanu hoonete efektiivsuse eesmärkidele, et säästumeetmete asemel (või lisaks nendele) **ei paigaldataks lokaalseid tootmisseadmeid** mis kasutavad fossiilset energiat
 - **Korrigeerida kaalumistegureid** et oleks arvesse võetud energiaallikate tegelik efektiivsus ja keskkonnamõju
2. Arendada välja ja rakendada KK hinnamudelid mis vastavad tegelikele kuludele **igale tarbijagrupile** ja hoiavad KK-sektori motivatsiooni süsteemide arendamiseks



TALLINN UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Ehitajate street 5, 19086 Tallinn, Estonia

Arbo.Reino@ttu.ee

ttu.ee