

Energiasäästumeetmed hoonetes ja nende tasuvus

Dr.-Ins. Argo Rosin, Teadusprodekaan,
Elektrotehnika instituut, Energeetikateaduskond,
Tallinna Tehnikaülikool



Sissejuhatus



Teadlikkus

- Inimeste teadmised säästlikkusest on paranenud, kuid detailne ülevaade tarbimismustritest on madal.
- Me ei tea
 - millist säästu reaalselt saab tõhusamate seadmete kasutamisest ja tarbimise nihutamisest
 - kuidas jaotub tarbimine eri koormuse liikide vahel
 - kuidas erinevad koormuste liigid jaotuvad soodus- ja kõrge tariifi vahel
 - milline on energiatõhusamatesse seadmetesse ja koormuste nihutamise seadmetesse tehtud investeeringute tasuvus
 - kui palju me lisaks raha kokkuhoiule ka oma maavara ehk põlevkivi kokku hoiname



Mõned tarbimisnumbrid

- Kui tööstuse osakaal 36% elektritarbimisest ja sellest ajamid tarbivad 60%, siis **10% säästu tööstusajamites tähendab aastas 160GWh kokkuhoidu (ca 19MW pidevat tootmisvõimsust).**
- Kui kodutarbimise, äri- ja teenindussektori osakaal on 50% elektritarbimisest ja sellest valgustus tarbib 25%, siis **20% säästu valgustuses tähendab aastas ca 190GWh kokkuhoidu (ca 21MW pidevat tootmisvõimsust).**
- Uus kodumasin tarbib ühe tsükli jooksul 0,8 kWh vähem energiat kui vana. Aastas kasutatakse seadet u 100 korda. Aastane sääst energialt on seega 80 kWh. **Kui vahetada välja 100 000 seadet, saaks kokku hoida 8 GWh elektrienergiat. (7400 t põlevkivi ja ~7300 t CO₂)**





Energia- ja kulumõhusus kodudes



Pesumasinad ja kuivatid

- Soetamisel pöörake tähelepanu energiakulule ja hinnale. Kallis ja säästlik seade ei tähenda kokkuhoidu.
- Võimalusel kasutage täis masinat
- Allergiate puudumisel eelistada madalaid temperatuure ja tõhusaid pesuvahendeid (soojendamisele kulub kuni 80% energiat)
- Peale pesu ja kuivatust lülitada seadmed välja
- Ajastada seadmete töö soodsale ajale. Nt pesutsükkel algab varahommikul (kell 5) ja lõppeb (6 või 7) vahetult enne hommikust tariifi muutust
- Ootetalitluses kulude vähendamiseks mõistlik seadmed eemaldada





Veeboilerid

- Ühenda tarbimiskoha lähedale
- Paigaldada sooja ruumi kõrgemasse osasse
- vertikaalne boiler soojeneb kiiremini
- Eelistada titaan-anoodi ja keraamilise küttekehaga seadmeid
- Eelistada suuremat boilerit, kuna võimaldab odavama öise kütmisega tagada terveks päevaks sooja vee.
- Eelistada vannile dušši
- Kodunt lahkumisel kuni 5 päevaks pole majanduslikel kaalutlustel mõistlik seadet välja lülitada
- Üle 5 päevaste eemalolekute tõttu on tekkivad kaod juba märgatavad, eriti kui seade paikneb külmas ruumis
- Võib kasutada lisasoojustust





Elektriahjud, -kannud ja -pliidid

- Kasutage järjest, nii hoiate kokku uuesti soojendamisele kulutatavat energiat
- Lülitage keeduplaat 1-2 minuti enne toidu valmimist välja ja laske haududa
- Kasutage pliidiplaadile samaväärse suurusega nõusid
- Eelistage toidu hautamist kaane all, nii väheneb energiakasutus kuni 4 korda ja toit valmib kiiremini
- Keetke korraga vajalik kogus vett või kasutage suurend koguse puhul termost
- Toidu jaoks vee keetmisel on selle keema hakkamisel mõistlik vähendada pliidiplaadi temperatuuri, et vähendada vee kiiret aurustumist
- Eelistage termosega kohvimasinaid, mis ei kuluta energiat kohvi soojas hoidmisele, ka maitseomadused on paremad
- Vältige ahju ukse avamist toidu tegemise ajal
- Induktsioonpliit aitab keraamilise pliidiga võrreldes säästa 20% ja traditsioonilise malmplaatidega pliidiga võrreldes isegi kuni 35% energiat.

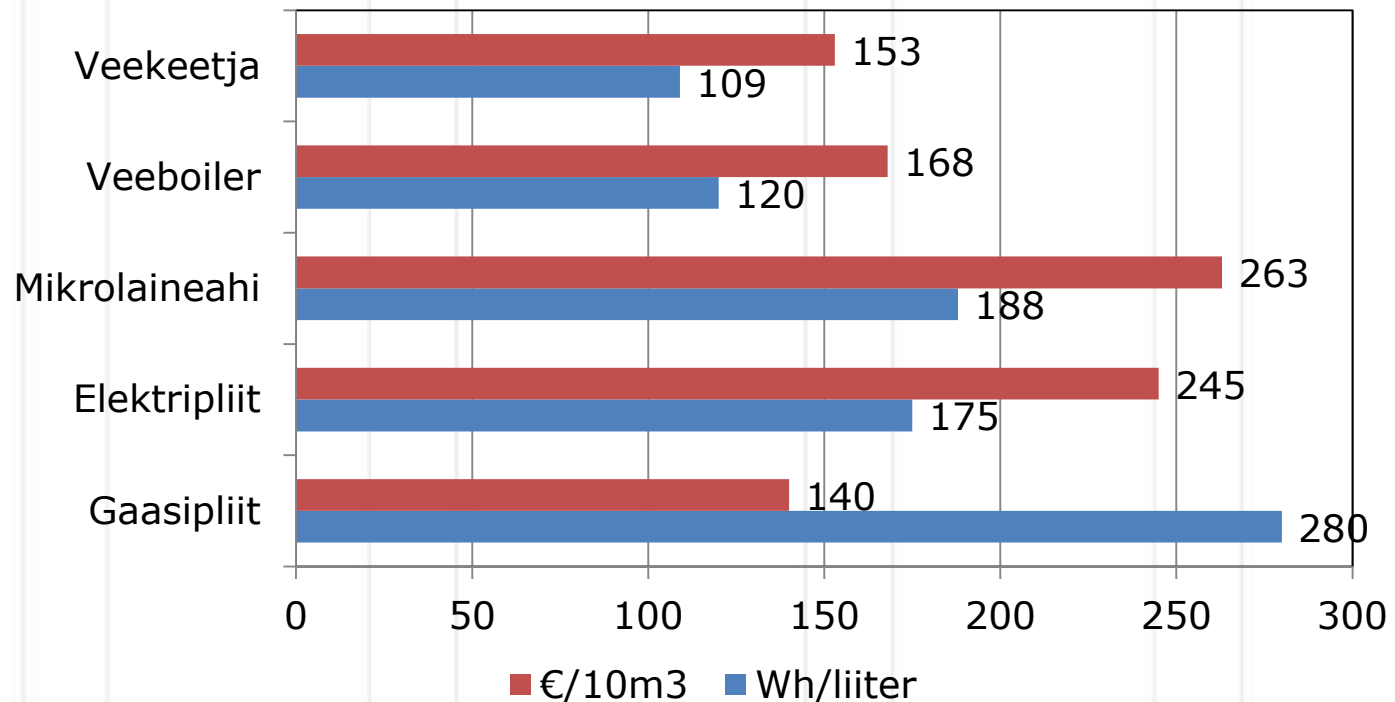




Vee keetmine eri seadmetega

(Saksamaa uuring)

Vee keetmine	Wh/liiter	€/10m3	€/liiter	€/kWh
Gaasipliit	280	140	0,014	0,05
Elektripliit	175	245	0,0245	0,14
Mikrolaineahi	188	263	0,0263	0,14
Veeboiler	120	168	0,0168	0,14
Veekeetja	109	153	0,0153	0,14





Külmikud ja sügavkülmikud

- Paigaldada jahedasse ruumi
- Sügavkülmikute puhul eelistada pealt avatavaid, mille kaod avamisel on väiksemad
- Kombineeritud külmik-sügavkülmik lahenduste puhul eelistada kahe termostaadiga süsteeme
- Energiasäästu saavutamiseks on mõistlik tõsta temperatuuri 1-3 kraadi võrra
- Õigeaegne jää sulatamine ja uste tihendite puhastamine ning kontroll aitavad täiendavalt energiat säästa.





Elektriküte, põrandaküte, jahutus

- Kasuta automaatjuhtimist ja salvestavaid elektrikütte lahendusi
- eelistada madala tariifiga ajal kütmist nt seadetemperatuuri päeval vähendada ja öösel suurendada kasutades
- pikemaks ajaks lahkudes vähendada temperatuuri korterelamutes 18-kraadini ja eramutes 16-kraadini
- Vältida tuleb olukordi kus samaaegselt jahutame ja kütame – jahutus- ja küttesüsteemi seadeväärtustes peab olema surnud tsoon nt 18...24 kraadi vahel ei köeta ja ei jahutata.





Arvutid jm kontoriseadmed

- Lülitada seadmed välja kui neid ei kasutata järgmised 30-60 minutit. Nende tarbimine ootetalitluses võib olla isegi kuni 90%.
- Lühiajalise eemaloleku korral lülitage seadmed ootetalitlusse
- Eemaldage akulaadijad peale kasutamist ka seinakontaktist
- Kasutage sülearvutitel kõrge hinnaga ajal akusid ja ühendage need laadima soodustariifi ajal. Akude ülelaadimine lühendab eluiga, soovitav on aegajalt tühjendada
- Sülearvutid võivad kuni 85% vähem energiat tarbida kui lauaarvutid





Tolmuimejad, triikraudad, koolutajad jms

- Tolmuimejate puhul eelistada võimsamaid seadmeid, millega ei pea vaipa niisama nühkima. Siiski uues tehnoloogiad võimaldavad tagada ka väiksema võimsuse juures paremad tulemused
- Koristada ja triikida soodsama elektri hinnaga ajal nt nädalavahetusel
- Vältida seadmete tühjalt töötamist – tähtis ka ohutuse ja energiasäästu seisukohalt





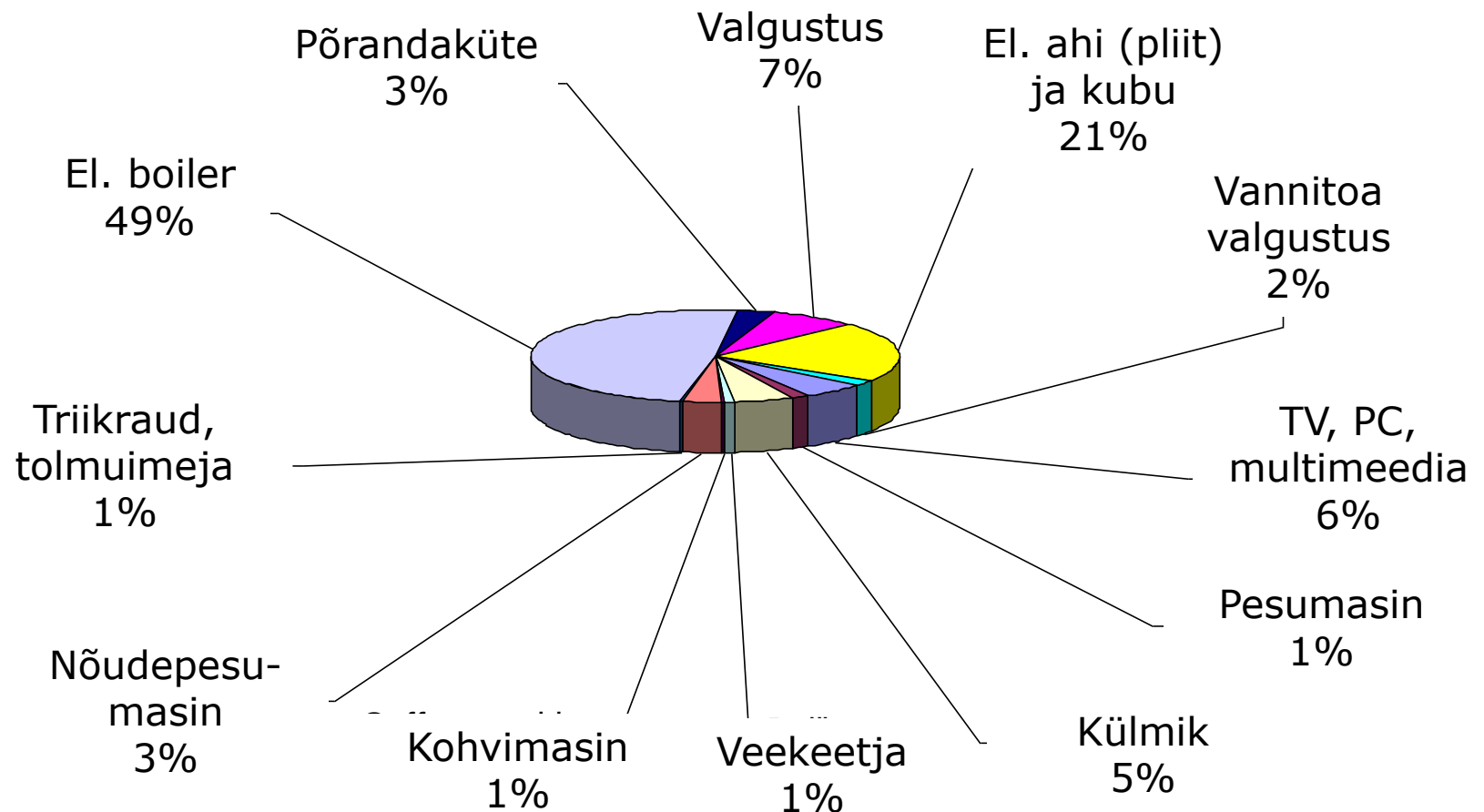
Passiivsete ja aktiivsete meetmete rakendamine näidiskorteris



Kirjeldus

- 3-toaline (67.4 m²) korter nelja elanikuga (2 täiskasvanut, 2 last), ehitatud 2005.
- Omab kahetariifset süsteemi.
- Kõrge tariifiga periood talvel on tööpäeval kell 7...23 (suvel kell 8....24). Ülejäänud ajal madal tariif sh nädalavahetus.
- Analüüs põhineb neljanädalasel mõõtmisel.

Eri koormuste osakaal kogu tarbimises



Kui pikalt on seadmed sisselülitatud?

Koormuse nimetus	Sisselül. päeva	Sisse. lül. Aeg päevas %	Sisselül. kõrge tariifiga ajal	Sisselül. Madala tariifiga ajal	Maks. sisselül. aeg	Koor- muste osakaal kogu- tarbest, %	Kõrge tariifiga tarbimise osakaal, %
Külmik	15 h 36 min	65	7 h 24 min	8 h 11 min	17 h 30 min	5.5	47.50
TV, modem, PC, Video	12 h 42 min	53	7 h 5 min	5 h 37 min	16 h	5.6	55.76
Valgustus	7 h 58 min	33	4 h 40 min	3 h 17 min	8 h	7.4	58.68
Boiler	5 h 46 min	24	2 h 52 min	2 h 54 min	5 h 30 min	48.7	49.66
Põrandaküte	4 h 5 min	17	1 h 10 min	2 h 54 min	15 h 30 min	3.3	28.79
Vannitoa-WC valgustus	2 h 57 min	12	1 h 31 min	1 h 26 min	5 h	2.1	51.35
Elektripliit-ahi, kubu	2 h 12 min	9	1 h 8 min	1 h 4 min	3 h	21.3	51.35
Triikraud, tolmuimeja	2 h 2 min	8	0 h 11 min	1 h 50 min	50 min	0.4	9.41
Nõudepesumasin	1 h 7 min	5	0 h 2 min	1 h 4 min	1 h 45 min	3.1	4.36
Pesumasin	32 min	2	0 h 0 min	0 h 32 min	1 h	1.3	0.28
Kohvimasin	10 min	0,7	0 h 1 min	0 h 8 min	1 h	0.3	12.49
Veekeetja	7 min	0,55	0 h 4 min	0 h 3 min	7 min	1	61.96



Koormuste prioriteetide liigitus

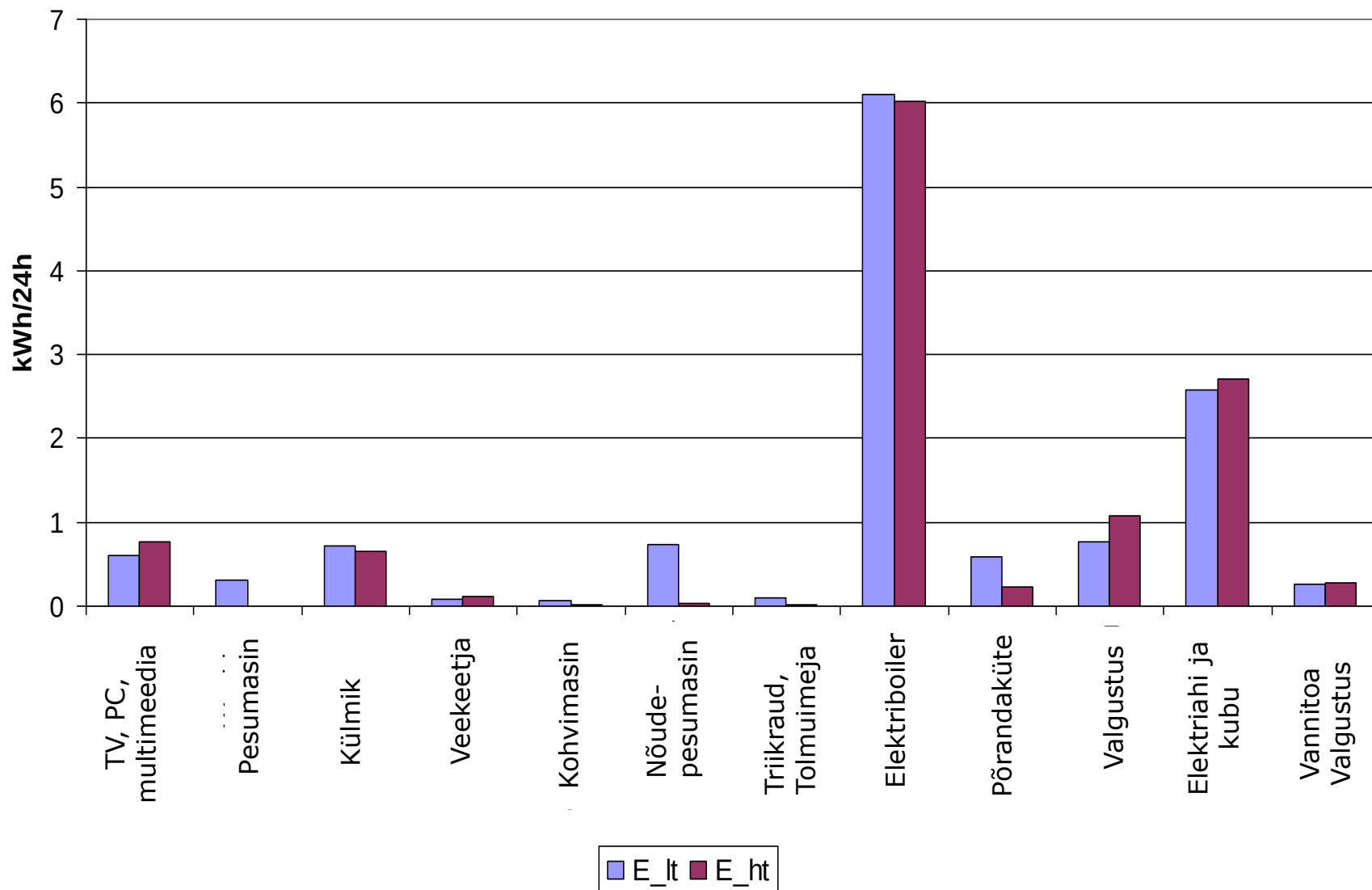
- Koormuste nihutatavus on tihedalt seotud tarbija vajaduste ja mugavusega ning sõltub seadmete funktsionaalsetest võimalustest, tehnilistest parameetritest ja ümbritsevast keskkonnast
- Üldjoontes saab koormused jaotada tarbimise järgi kolme gruppi:
 - **I (mitte nihutatav)** – köögipliit ja ahi, köögi ventilatsioon, kohvimasin (termoseta), vannitoa ehk WC valgustus ja ventilatsioon, televiisor, arvuti ja modem, kodukino ja audiosüsteemid, kohtvalgustus.
 - **II (tingimuslikult nihutatav)** – valgustus, külmikud, keedukannud, kohvimasin (termosega), tolmuimejad, triikrauad, põrandaküte kuivatamiseks.
 - **III (nihutatav)** – elektriküttega soojavee boilerid, sügavkülmikud, pesumasinad, nõudepesumasinad, põrandakütte ruumi kütte eesmärgil.



Elektri tarbimismustrite analüüs

- Tarbimise tegelik jaotus energiakulu järgi
 - Nihutatavad koormused nagu boiler, nõudepesumasin ja pesumasin moodustab **54%**.
 - Peaaegu nihutatavad koormused nagu külmik, keedukann, kohvimasin, põrandaküte, triikraud ja tolmuimeja moodustab **10%**.
 - Mitte nihutatavad koormused nagu televiisor, arvuti modemiga, kodukino ja muusikakeskus, elektripliit ja -ahi, kubu, vannitoa valgustus ja ventilatsioon moodustab **36 %**.

Koormustel madala ja kõrge tariifiga tarbimise osakaal

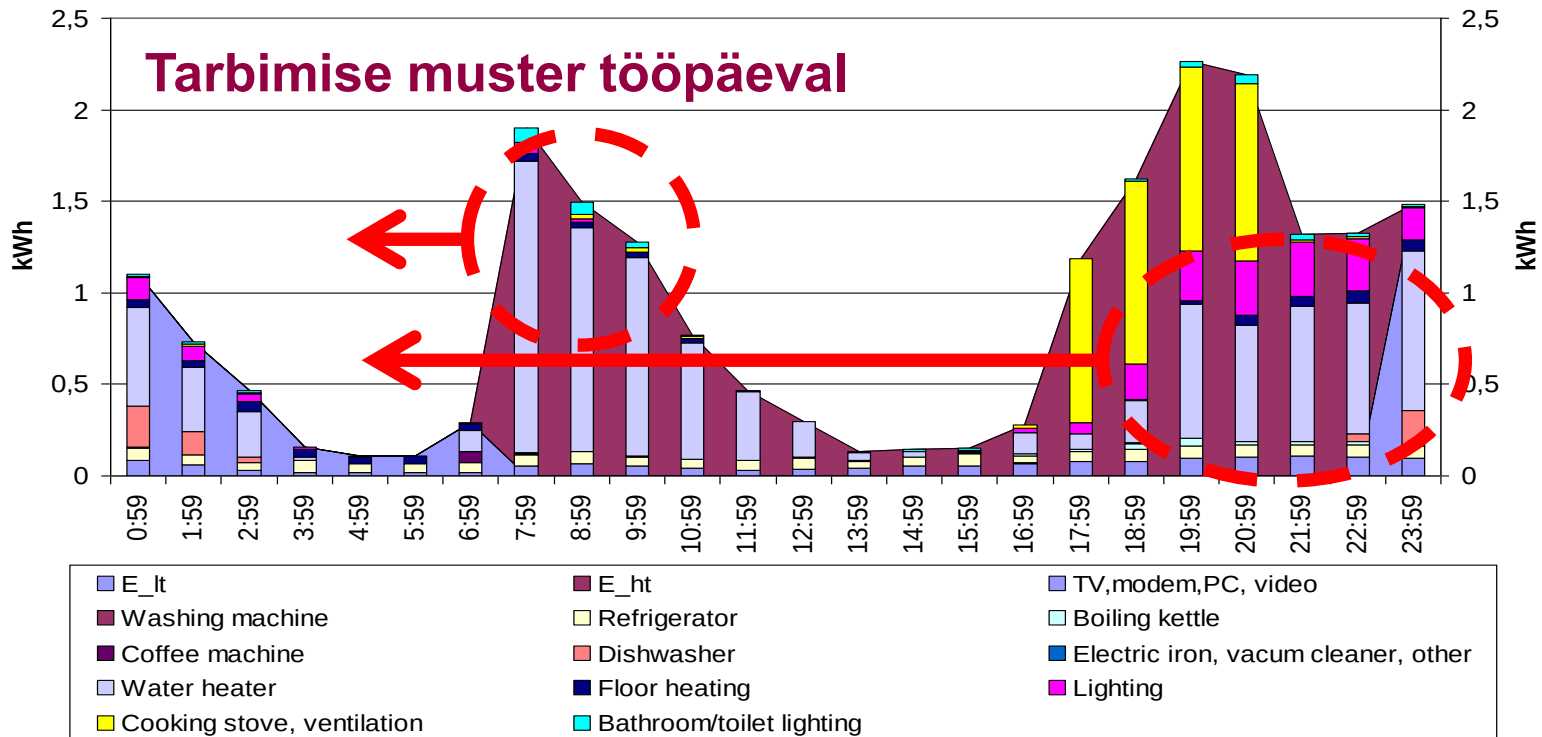




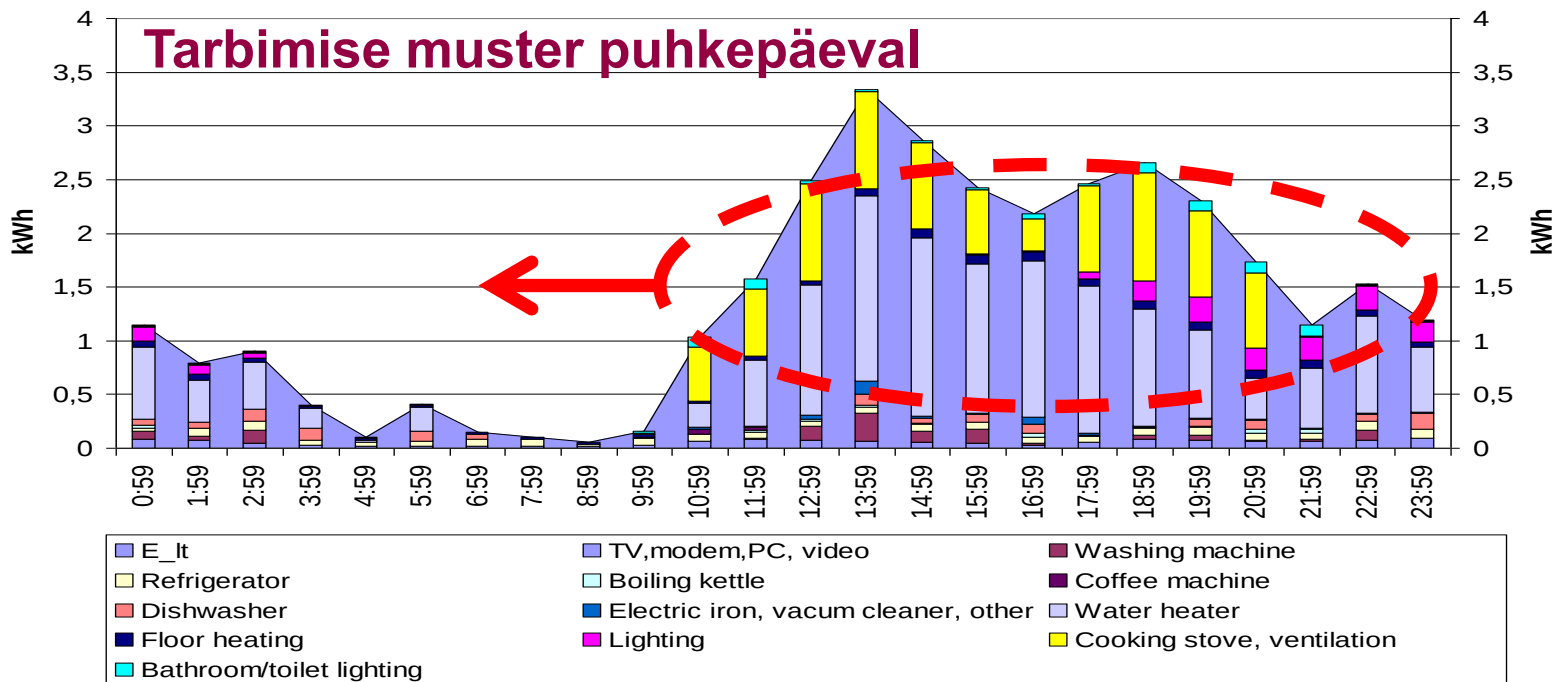
Tarbija käitumine ja koormuste ajaline sõltuvus

- Kolm tipptarbimise aega:
 - Tööpäeva hommik (kell 6-9)
 - Puhkepäeva lõuna (kell 10-14)
 - Töö- ja puhkepäeva õhtu (kell 19-21)
- Peamised koormused, mis tippu mõjutavad:
 - Hommikul – boiler, valgustus, pliit;
 - Lõunal – boiler, pliit;
 - Õhtul – boiler, valgustus, pliit.

Tarbimise muster tööpäeval



Tarbimise muster puhkepäeval





Soojaveeboiler ja ootel kodumasinad

- Elektriboileriga kodudes kulub vee soojendamisele kuni 50% elektrienergiast, millest pool langeb soodusajale. Üle 100-liitrise boileri päevast tarbimist saab nihutada 50–100% ulatuses soodusajale. Sõltuvalt programmkella hinnast, tasub see end 3–11 kuuga. Kümne aastaga säästab kuni nelja boileri maksumuse. Sääst kuni 150€ aastas.
- Elektripliidita korteris saab boileri juhtimise abil ühtlustada ka energiatarbimist, mis annab pisukese säästu peakaitsme nimivoolu vähendamise kaudu.
- Mitmes Tallinna linnaosas tuvastati, et soodusajal on tarbevee elektriga soojendamine odavam kui keskkütel põhineva soojusvahetiga.
- Enamikul majapidamisseadmetel, nagu pesumasinad, on programmkell sisse ehitatud. Selle teadlik kasutamine tarbimise nihutamiseks säästab kuus kuni paar eurot.
- Ooteseisundis seadmed kulutavad aastas kuni 700 kWh elektrienergiat. See teeb aastas võrdse päevase ja öise tarbimise korral kuni 58 eurot lisakulu.



Taimerid

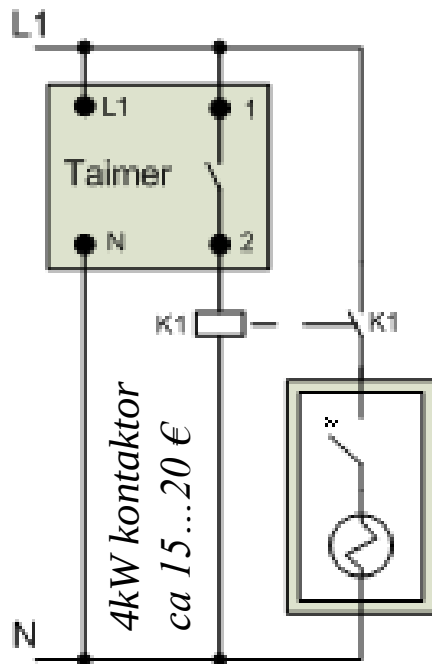
ca 13...15 €



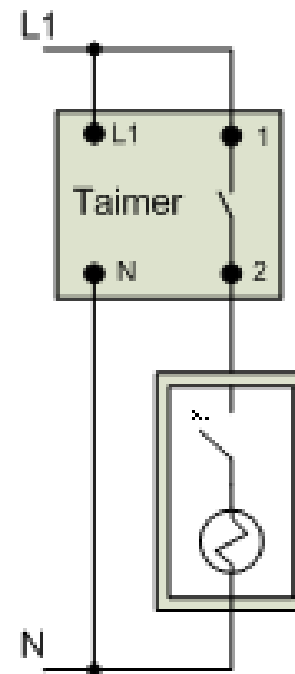
ca 4...6 €



ca 30...40 €



*Boileri puhul
tasuvus 1...12
kuud*





Kaugjuhitavad pistikupesad



ca 10...30(50) €





Päevavalguse tähtsus

- Päevavalguse kasutamine:
 - Värelusvaba ja inimesele kõige suuremat mugavust pakkuv valgustüüp.
 - Ilma päevavalguse kasutamiseta tuleks arvestada umbes 30% suurema energiatarbimisega kunstlikule valgusele.
- Päevavalguse osakaal ning potentsiaalne energiasääst ruumi erinevates osades on erinev:
 - Akende läheduses: 60...70%;
 - Ruumi keskosas: 3...40%;
 - Ruumi kaugemates osades: 5...20%.



Lampide vahetamise kombinatsioonid ja potentsiaalne sääst

Esialgne lamp	Energia-märgis	Alternatiivne lamp	Energia-märgis	Potentsiaalne sääst
Hõõglamp	E, F, G	Kompaktluminofoorlamp (säästulamp)	B	65...80%
Hõõglamp	E, F, G	Halogeenhõõglamp (12 V või xenon gaasiga)	C, B	25%
Hõõglamp	E, F, G	LED-lamp	A	80%
Halogeenhõõglamp (230 V toitepingelt)	D, E, F	LED-lamp	A	70...80%
Luminofoorlamp T12 T8	D, C B, A	Luminofoorlamp T8 T5	B, A A	35...43% 12,5%
Luminofoorlamp (T12 või T8)	D, C, B	LED-lamp	A	25...50 (60)%



Säästulampide tasuvusest –

1 lambiga valgusti korral käidukulu 25000 töötunni kohta

Leedlamp	8	7	W
Eluiga	25000	25000	h
Hind	11,92	7,15	€
Kulu kokku	31,92	24,65	€/25000h
Luminofoorlamp	13	9	W
Eluiga	10000	8000	h
Hind	3,31	3,55	€
Kulu kokku	40,775	33,59375	€/25000h
Halogeenlamp	42	28	W
Eluiga	2000	2000	h
Hind	2,4	2,4	€
Kulu kokku	135	100	€/25000h
Hõõglamp	60	40	W
Eluiga	1000	1000	h
Hind	0,35	0,35	€
Kulu kokku	158,75	108,75	€/25000h



Valgustus

- Sõltuvalt hoone kasutamisest võib valgustuse energiatarve olla üle 35% kogutarbest.
- Valgustuse juhtimine on üks lihtsamaid võimalusi säästa energiakulusid väikeste investeerimiskuludega.
- Kasutatakse pingeregulaatoreid, et optimeerida võimsustarvet. Luminofoorlampidel kasutatakse elektroonilisi ballaste jne.
- Valgustuse osakaal tööstushoonete elektritarbimises on ligikaudu 12% ja kontorihoonetes 20%.
- Valgustuse passiivse juhtimisega on võimalik säästa kuni 16% elektrienergiast
- Valgustuse aktiivse ehk intelligentse juhtimisega kuni 65%



Valgustuse juhtimine

Valgustuse passiivne juhtimine	Sääst
Taimeri kasutamine väljalülimiseks (viivitus <7 min)	8-16%
Kohaloleku järgi väljalülimine või heleduse muutmine	8-16%

Valgustuse kombineeritud intelligentne juhtimine	Sääst
Kohalolekuanduritega (occupancy sensor)	20-65%
Kontorid (era)	25-50%
Kontorid (avalik)	20-25%
Koridorid	30-40%
Laod jm hoidlad	45-65%
Koosolekuruumid	45-65%
Päevavalguse järgi dimmerdamisega	30-40%
Valgusvoo reguleerimisega	8-13%
Ajalise juhtimisega	35%



Liikumis- ja kohaloluandurid



ca 10...200 €



Tasuvus ca 1-2 aastat

Dimmerid

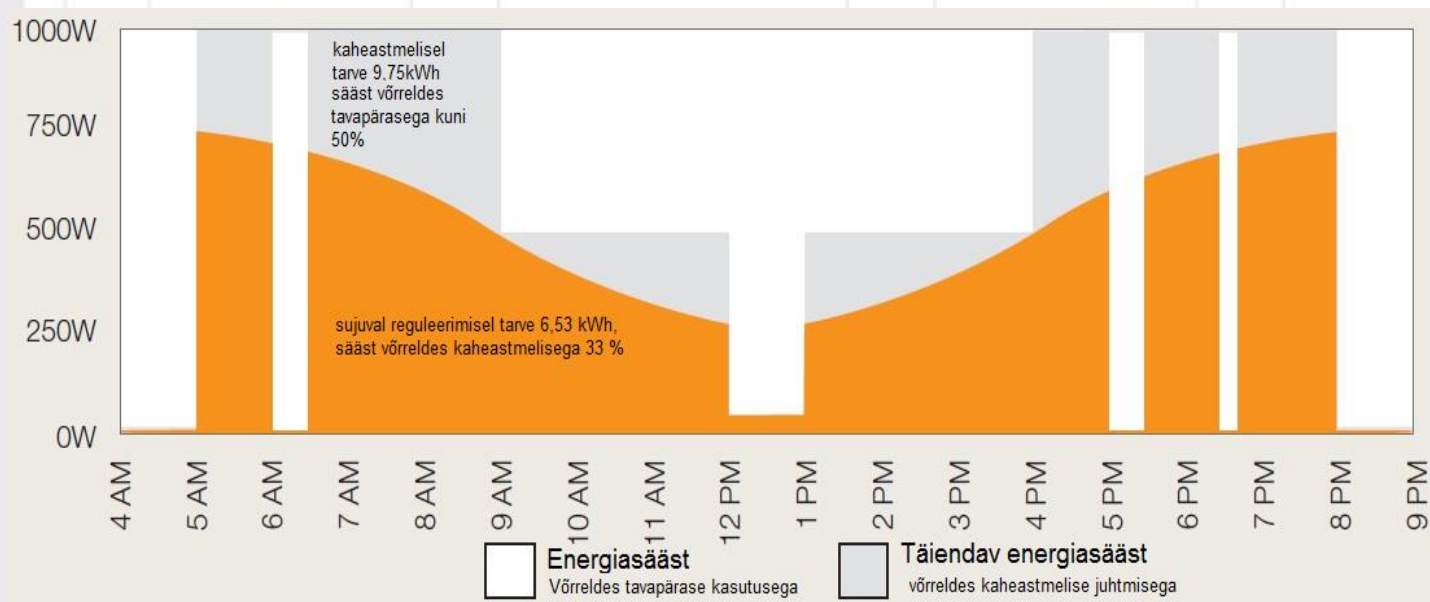
ca 10...50 €





Valgustuse optimaalne juhtimine

- Päevavalguse järgi dimmerdamine annab suuremat säästu kui kohaoleku anduritega juhtimine ja ajaline juhtimine.
- kohaloleku-, päevavalguse anduritega, ajalise ja käsijuhtimisega, ning kaheastmelise juhtimisega on energiasääst kuni 50%
- kombineerides eelmainitud andureid intelligentsete mikroprotsessorjuhtimisel ballastidega, on võimalik saavuta suuremat heleduse muutmise sujuvust ja energiasäästu kuni 75%
- Sedalaadi juhtimisel on tarbimine ka vastandfaasis elektri hinnaga, mis tähendab maksimaalset säästu



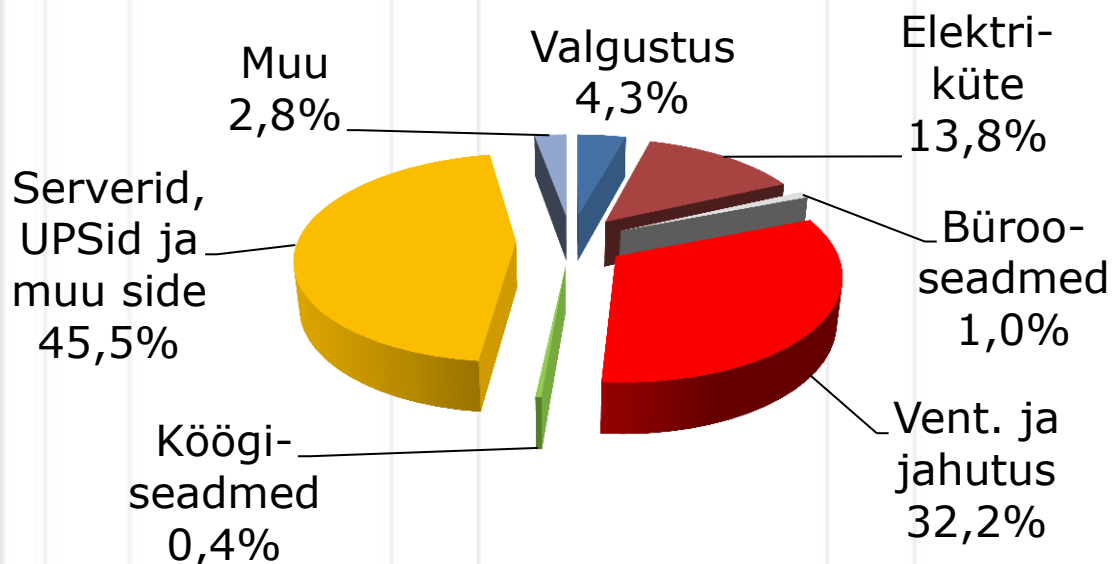


Energia- ja kulutõhusus kontorihoonetes

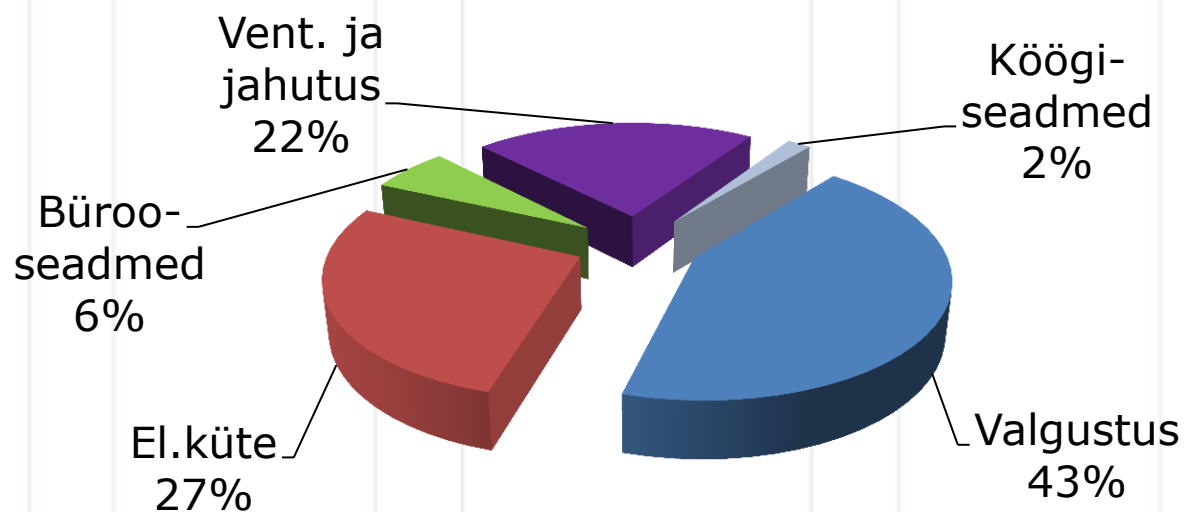
2 näidishoonet



Tarbimine eri tüüpi kontorihoonetes



24/7



8/5



8/5 hoone andmed

Esmase kasutuselevõtu aasta:	Info puudub
Hoone peamine kasutamise otstarve:	Muu büroo- või administratiivhoone
Minimaalne korruste arv:	1
Maksimaalne korruste arv:	2
Suletud netopind:	3 910,5 m ² [Ehitisregister (EHR)]
Köetav pind:	Info puudub
Ehitusalune pind	2 862 m ² (EHR)
Hoone maht:	17 827 m ³ (EHR)

24/7 hoone andmed

Esmase kasutuselevõtu aasta:	2005
Hoone peamine kasutamise otstarve:	Muu büroo- või administratiivhoone
Minimaalne korruste arv:	2
Maksimaalne korruste arv:	3
Suletud netopind:	1 544 m ² (EHR)
Köetav pind:	1 543,8 m ² (EHR)
Ehitusalune pind:	866 m ² (EHR)
Hoone maht:	6 642m ³ (EHR)



Passiivsed meetmed – mikrokliima

- Arenenud riikides veedavad inimesed 80% oma ajast siseruumides!
 - Väga suur energiast kulub nende siseruumide mikrokliima hoidmiseks.
- Teaduslike uuringute põhjal on jõutud järeldusele, et **kõige optimaalsem töö tegemise temperatuur on 21,6 °C**. Lisaks vaja jälgida:
 - suhteline õhu liikumiskiirus,
 - suhteline õhuniiskus.
- Boilerite, salvestite, torude, mahutite soojustamine 75 mm paksuselt annab kadudelt säästu 75%
- **Temperatuuride vähendamine 1°C võrra vähendab küttekulusid 3...7% võrra**



Näidisanalüüs 8/5 tüüpi kontorihoone soojusenergia säästu kohta

Säästumeede	Soojus- energia sääst	Energia- sääst, MWh	Rahaline sääst, €
Temperatuuri vähendamine			
1 °C	4,35%	13	897
2 °C	8,7%	26	1795
3 °C	13,04%	39	2693
Täiendav soojustamine			
Esimene sein – vahtpolüsterool 5 cm, teine sein – kivivill, 200 mm	41%	123	8487
Passiivaknad	12%	35	2427
Vähendada soojuskadu ventilatsiooni kaudu 20 protsendini	7,7%	23	1588
Kombineeritult	56,5%	169	11662
Kombineeritud soojustamine temperatuuri alandamisega			
1 °C	58%	175	12053
2 °C	60%	181	12443
3 °C	62%	186	12834



Näidisanalüüs 24/7 tüüpi kontorihoone energiasäästu kohta

Säästumeede	Energiasääst	Energiasääst nädalas, kWh	Rahaline sääst nädalas, €
Temperatuuri vähendamine			
1 °C	4,35%	255	25,5
2 °C	8,7%	511	51,1
3 °C	13,04%	766	76,6
Täiendav soojustamine			
Sein – kivivill, 50 mm	4,3%	252	25,2
Passiivaknad	27%	1585	158,5
Vähendada soojuskadu ventilatsiooni kaudu 20 protsendini	7,7%	452	45,2
Kombineeritult	37%	2173	217,3
Kombineeritud soojustamine temperatuuri alandamisega			
1 °C	40%	2349	234,9
2 °C	42%	2466	246,6
3 °C	45%	2642	264,2



Kontorihoonete võimalused säästuks

- Arvutuskeskustes suurim sääst on saavutatav serveripargi energiatarbimise (12%), valgustuse (3%) ja kütte juhtimisest (1%)
- Kontorihoonete suurim sääst on saavutatav valgustuse (25%), kütte (7%) ja ventilatsiooni (3%) juhtimisest

	Kogu tarbimine, kWh/nädal	Kütte alandamisega	
		1 °C	3 °C
Arvutuskeskus (24/7)	44986	3...16%	4...17%
Kontorihoone (8/5)	5745	36%	37%



Sääst liigiti

Sääst vastavas grupis	24/7 hooned	8/5 hooned
Köögiseadmed	13%	14%
Bürooseadmed	5%	17%
Elekterküte	3%	26%
Valgustus	59%	57%
Ventilatsioon	10%	10%
Sääst hoone kogutarbimisest	~3...17%	~36...37%

1. Veeautomaadid mõjutavad enim köögiseadmetest, ca 12%
2. Printerid ja monitorid mõjutavad enim bürooseadmeid.
3. Valgustid vahetatakse LED-tüüpi valgustite vastu (potentsiaalne sääst kuni 50% praegu tarbitavast energiast). Aegjuhtimisega lülitatakse töövälisel ajal välja kogu mitte vajaminev sisevalgustus s.o. ajavahemikul 20-8. Kasutatakse aegjuhtimist ning valgustid vahetatakse välja LED lampide vastu



Hooletusest, volest aja kasutusest või planeeringust tingitud raiskamine tavahoonetes

- **Bürooseadmed**

- monitoride nupust väljalülitamine ei anna mingit energiasäästu. 14 tunni jooksul ööpäevas on monitorid ooterežiimil.
- Projektorid on 70...90% ajast ootetalitluses.
- Printerid on ootetalitluses olemise aega on sõltuvalt töö- või puhkepäevast 12...20 tundi ööpäevas, sisuliselt energiatarbimise vähendamise võimalus ca 50%
- Seadmete väljalülitamine ootetalitluse perioodideks annab energiasäästu ca 5...10%.

- **Köögi- ja pesuseadmed**

- Nõudepesumasinad, pesumasinad, veeautomaadid jms seadmed võimaldavad ootetalitluse arvelt energiasäästu 10...15%



Köögiseadmete ootetalitlus

Köögiseadmed	Tööpäeviti, Wh	Puhkepäeviti, Wh	Aastas kokku, kWh	Ootetalitlusel aastas, kWh	Ootetalitluse osakaal %
Mikrolaineahjud	921	0	240	1,76	0,7%
Veekeetja	494	9,6	130	2,5	1,9%
Külmkapid	1316	1265	475	0	0,0%
Kohvimasinad	9370	3871	2847	79	2,8%
Veeautomaadid	5255	3641	1750	654	37,4%

Kontoriseadmete ootetalitlus

Seadmegrupp	Tööpäeviti, Wh	Puhkepäeviti, Wh	Aastas kokku, kWh	Ootetalitlusel aastas, kWh	Ootetalitluse osakaal %
Monitorid	27189	1794	7276	437	6,0%
Arvutid	17040	70	4450	168	3,8%
Printerid	12025	10475	4227	2075	49,1%
Projektorid	7422	1327	2074	442	21,3%
Köögiseadmed	17356	8787	5441	847	15,6%



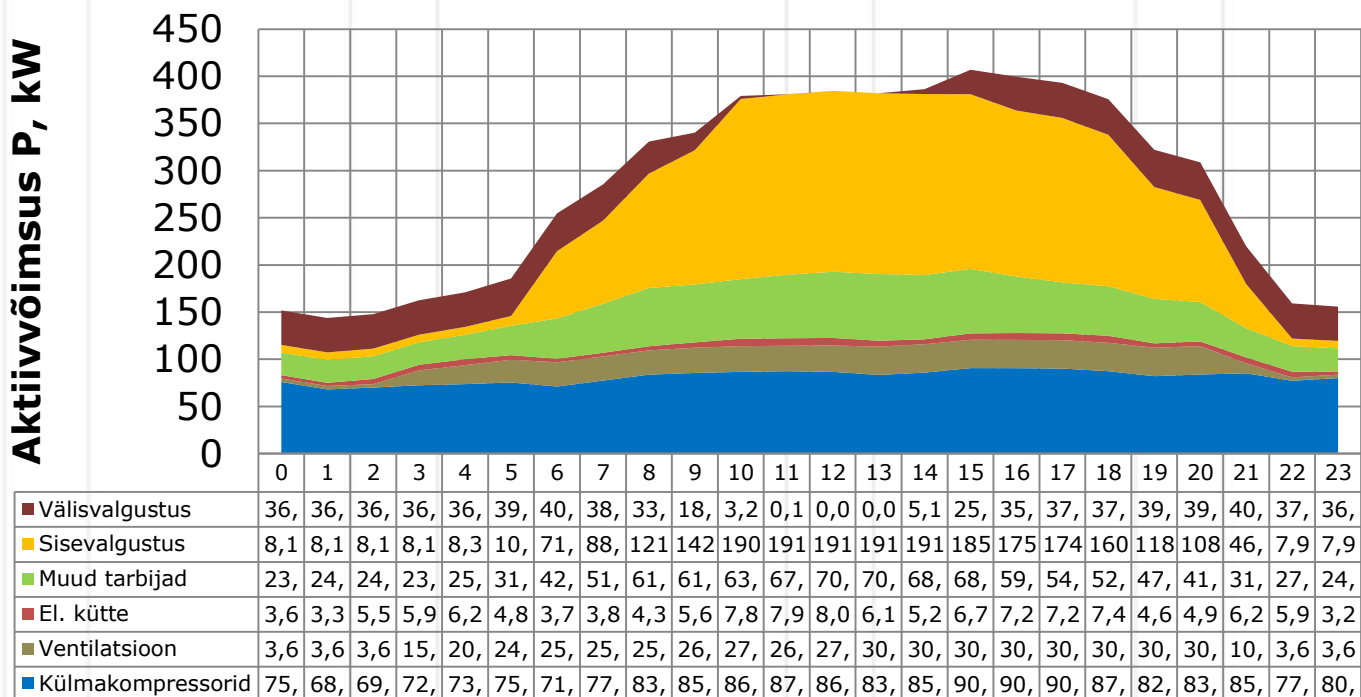
Energia- ja kulutõhusus kaubanduskeskuses

1 näidishoone



Hulgi- ja jaekaubandus

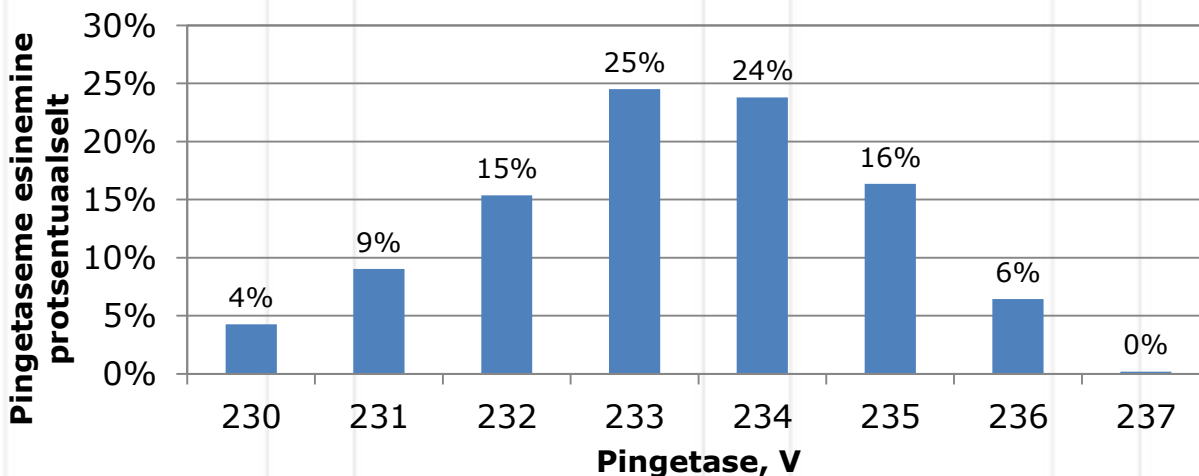
Esmase kasutuselevõtu aasta:	2007
Hoone peamine kasutamise otstarve:	Muu kaubandushoone või kauplus
Minimaalne korruste arv:	1
Maksimaalne korruste arv:	2
Suletud netopind:	10 594,6 m ²
Köetav pind:	10 308,5 m ² (arvutuslik)
Kasulik pind:	10 223,3 m ² (EHR)
Hoone maht:	89 938 m ³ (EHR)





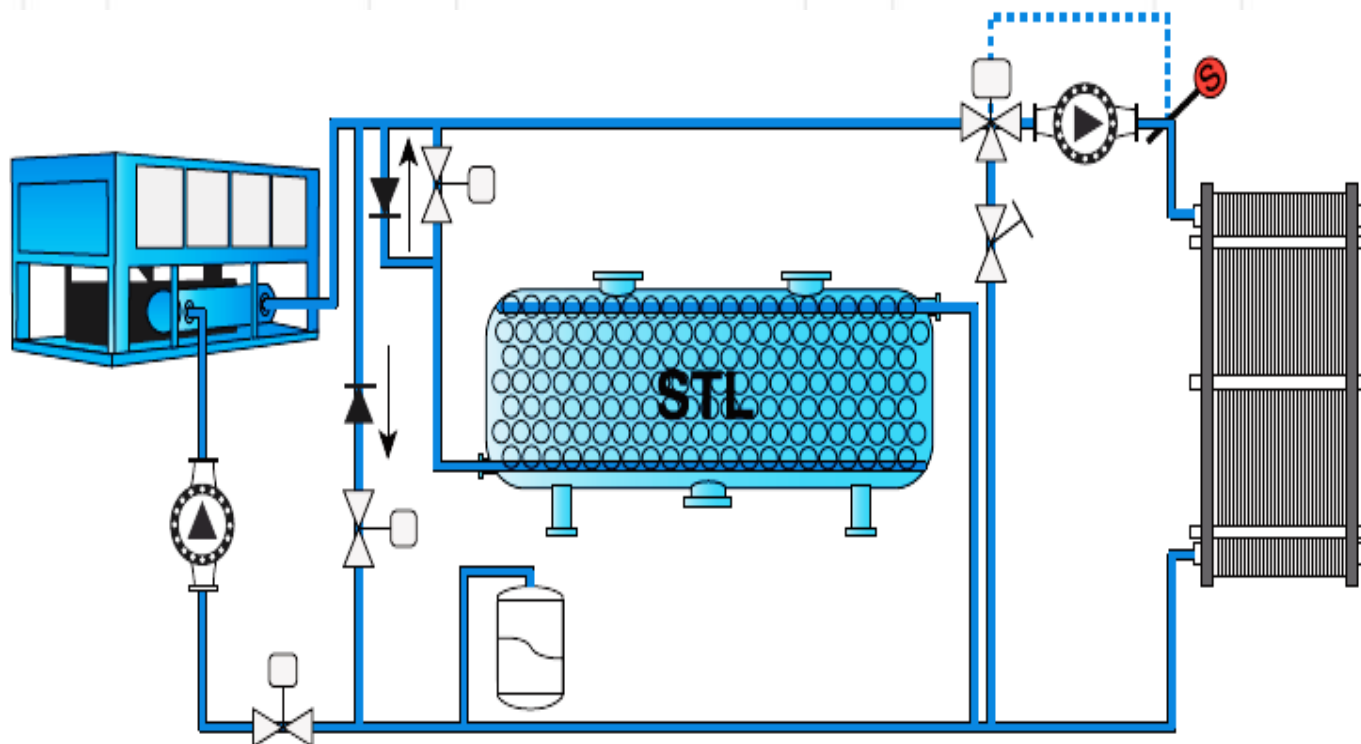
Passiivsed meetmed

- LED valgustitega oleks võimalik valgustusele kuluvat energiat hoida kokku ca 50%, mis teeb ca 585 MWh aastas ehk ca 22 % kogutarbimisest
- Lisaks on võimalik kokkuhoidu saavutada veel LED valgustuse juhtimisega kuni 20%
- Külmakompressoritel seadeväärtuste tõstmisel (külmasalvestiteta) on saavutatav keskmise võimsuse alandamine kuni 9% (kokkuhoid kuni 1300€ aastas)
- faasi-pinge on keskmiselt 233,5 V, millest tulenevalt on meil tegemist „sunnitud tarbimisega“. Pingeastme lüliti ühe astme võrra alla poole lülitades muudab pingetaset 2% madalamaks. Seega jääks pingetaseme statistiline keskmine 229 V piiresse. Kokkuhoid 1,25 % kogutarbimisest.





Külmasalvestite kasutamine





Tavaliste külmikute kompressorjaama päevase elektri hinnatipu vältimiseks paigaldatava salvesti investeeringukulud erineva lihttasuvusaja ja elektri hinnavaha korral

1800 kWh/24 h külmasalve energiamahutavus		Elektri hinnavaha €/MWh				
		10	20	30	40	50
Lihttasuvus, aastat	5	5 437	14 617	23 797	32 976	42 156
	10	10 875	29 234	47 594	65 953	84 312
	15	16 312	43 851	71 390	98 929	126 468

Külma salvestamine annab võimaluse opereerida elektri reguleerimisenergia ostu-müügiga, näiteks oli 2013. aastal Soome hinnapiirkonnas ülesreguleerimise hind mitmel tunnil 500 eurot, aasta keskmine oli 61 eurot. Ülesreguleerimist rakendati 1850 tunnil.

Samuti aitab see vajadusel säilitada keskmist lepingulist tunnitarbimist, mis läbi saab välistada täiendava bilansienergia juurdeostu, näiteks oli 2011. aastal bilansienergia ööpäevane keskmine suurim hinnaerinevus elektriturul ligi 50€.



Energia- ja kulutõhusus tööstuses

1 näidisobjekt



Elektri säästuvõimalused tööstusharuti

Allolevaid numbreid võtta teatava reservatsiooniga, sest reaalne sääst sõltub kasutatavast tehnoloogiast ja paljust muust.

Reaalse säästu arvutamine eeldab tehase/tootmise detailset analüüsi

Tööstusharu	Võimalik sääst
Toiduainetööstus	10...20%
Metallitööstus ja masinaehitus	10...20%
Keemiatööstus	10...15%
Paberitööstus ja trükindus	10...20%
Puidutööstus	10...25%

http://www.mntap.umn.edu/resources/reports/DOC/NPPRWebinar_12_16.pdf
www.save-today-survive-tomorrow.com/info/ECP.ppt



Elektrikvaliteet

- Kui elektrienergia tarnija maksustab reaktiivvõimsust, on võimalik võimsusteguri korrektsooni rakendades saada märkimisväärsed kokkuvõetud elektriarvetelt.
- Katsed näitavad, et harmooniliste moonutuste vähendamiseks võib büroohoonetes saavutada energiasäästu keskmiselt 2,5% ning pinget optimeerimisega saavutatav sääst elektrikuludes on paljudel juhtudel kuni 15%.
- Ühes näidistööstuses on viimaste aastate kulu reaktiivenergiale olnud keskmiselt 25 000 €. Tehase reaktiivenergia tarbimine on püsinud suhteliselt stabiilne – päeva keskmine reaktiivvõimsus on olnud 1060 kvar. 900 kvar võimsusega reaktiivenergia kompenseerimise seade, mille kondensaatorid maksavad ligikaudu 10 000 € ja millele lisandub samas suurusjärgus kulu juhtimissüsteemile, siis seadme lihttasuvus on alla aasta.
- **Investeeringute tasuvusaeg on lühem kui aasta.**



Mootorid ja nende asendamine

- 70% tööstuses tarbitavast energiast kasutatakse mootorites
- Sõltuvalt võimsusest, kõrge kasuteguriga mootorid töötavad kuni 10% tõhusamalt kui standardsed mootorid. Mootorid mis töötavad pikaajaliselt on otstarbekas asendada kõrge kasuteguriga mootoritega. Eriti need mootorid mis vajavad ümbermähkimist.
- Ümbermähitud mootorid on enamasti kuni 4% väiksema kasuteguriga ja vähemefektiivsed kui originaalmootorid.
- Mootorite kasutegur ja tõhusus on suurim kui nad töötavad 60%-100% nimikoormusel. Kasutegur väheneb järsult kui koormus langeb alla 50%.



Sagedusjuhtimisega ajamites saavutatav sääst

- Kütte-, ventilatsiooni- ja kliimasüsteemides (HVAC) ja pumplates sagedusmuundurite kasutamine annab võrreldes tavaliste mootorikäivitite ja vooluregulaatoritega kuni 50% energiasäästu

Sagedusjuhtimine	Teoreetiline energiasääst
Sagedusmuundurite kasutamine pumpades	20-30%
Sagedusmuundurite kasutamine kütte- ja ventilatsioonisüsteemides	<50%

Vektorjuhtimise kasutamine HVAC süsteemides ja pumplates annab täiendavalt paar protsenti energiasäästu.



Näidisarvutus: Sagedusjuhtimise juurutamisest saadav potentsiaalne sääst puidutööstuses

	Võimsus 1 kW ^[1]	Võimsus 2 kW ^[2]	Energia- sääst MWh	Rahaline väärtus
Mehhaanilised protsessid	1900	1900	0	25% hoolduskuludest
Pumbad	500	250	1200	77 000 €
Mehhaanilised ajamid	600	300	1440	92 000 €
Ventilaatorid	1030	940	432	28 000 €
Põhiprotsess	1750	1750	0	25% hoolduskuludest
Segajad	130	65	312	20 000 €
KOKKU	5910	5205	3384	217 000 €

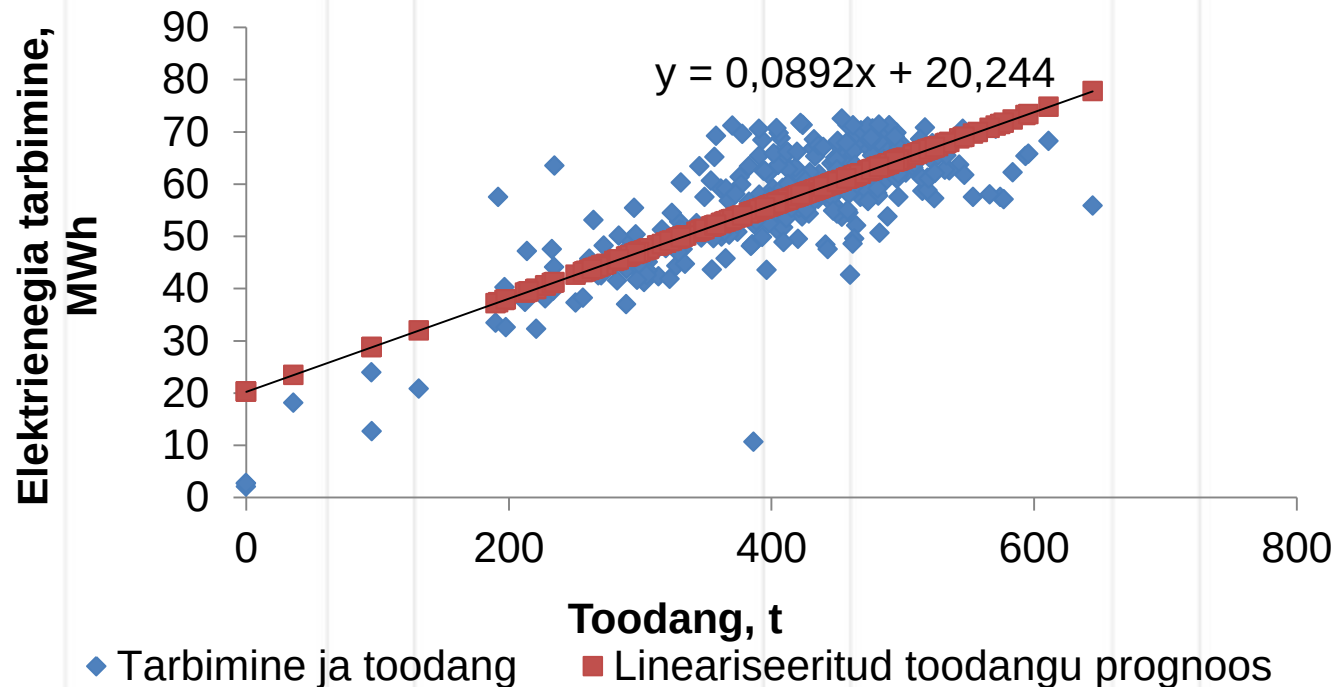
[1] Installeeritud võimsus enne sagedusjuhtimise juurutamist.

[2] Installeeritud võimsus pärast sagedusjuhtimise juurutamist.



Näidisarvutus: Vaheladude kasutamisest saadav tootmiskulude vähenemine

- Tööstusettevõtte ühe tootmisprotsessi ajastamine ja optimeerimine lähtuvalt elektrituru hindadest ning kasutades vaheladusid energiasalvestitena, võimaldaks selle protsessi ühikkulu vähendada kuni 17%.
- Ainuüksi 11% sellest tuleneks liini tootmistsükli optimeerimisest ajalooliste turuhindade järgi.
- Kui optimeerimist laiendataks tervele tehasele, oleks kulused elektrienergiele võimalik vähendada hinnanguliselt 2...4%.





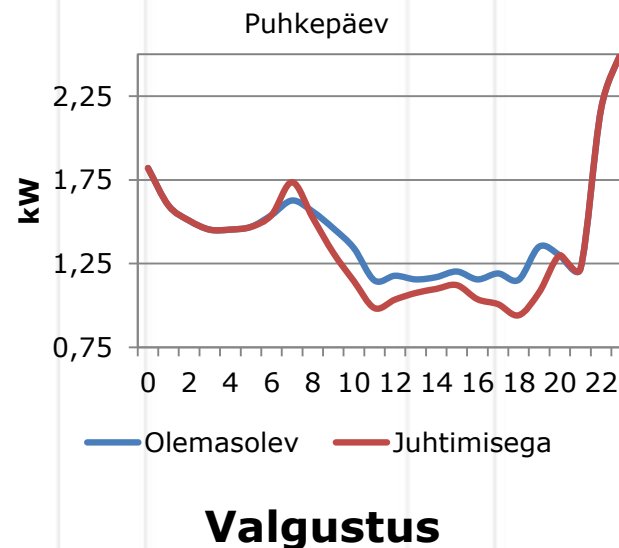
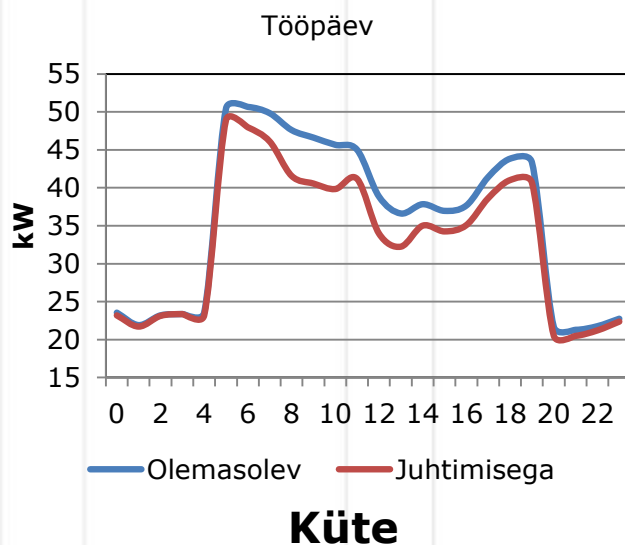
Hinnapõhine tarbimise juhtimine



Sääst kodudes ja kontorites hinnapõhise juhtimisega

	Energia- sääst	Sääst kuludelt	Vähendatakse seadeväärtusi
El. boiler	Kuni 20%	Kuni 35%	Kuni 10 °C
Elektriküte	Kuni 8%	Kuni 8%	Kuni 3 °C
Valgustus	Kuni 22%	Kuni 25%	Heledust kuni 50%

Valgustustite heledust hakatakse vähendama kui elektri tunnihind ületab päeva keskmist ja mitte rohkem kui 50%. Simulatsioon 2010 ja 2011 aasta turuhinna alusel





Hinnapõhine juhtimine teenindussektoris ja tööstuses

- Tööstuses hinnapõhise juhtimise rakendamisel on võimalik tootmisliini elektrienergia ühikkulu vähendada kuni 17% ning terve tehase kohta 2...4%.
- Büroohoonete valgustuse hinnapõhise juhtimise korral on võimalik töö- ja puhkepäeval saada energiasäästu vastavalt 22% ja 5%.
- Hinnapõhise kütte juhtimise rakendamisel on võimalik saavutada rahalist ja energiasäästu kuni 8% (nt alandatakse töö- ja puhkepäeva temperatuuri keskmiselt 1,4 °C ja 1,7 °C).
- Kaubanduskeskustes külmakompressori seadeväärtuste hinnapõhise reguleerimise korral on võimalik külmaseadmete energiatarbimiselt saavutada energiasäästu kuni 9...10% (aastas 1300 € rahalist säästu)



Kasutatud kirjandus

1. Rosin, A.; Drovtar, I.; Link, S.; Hõimoja, H.; Mölder, H.; Möller, T. (2014). Tarbimise juhtimine – suurtarbijate koormusgraafikute salvestamine ning analüüs juhtimise rakendamise võimaluste tuvastamiseks. Elering
2. Quaschnig, Volker. Regenerative Energiesysteme, Technologie – Berechnung – Simulation. 6., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Hanser Verlag München. 2009. 397 s. ISBN 978-3-446-42151-6.
3. Raesaar P.; Energiasääst kodumajapidamises. TTÜ elektroenergeetika instituut
http://kesa.edu.ee/pdf/energiasaast_kodumajapidamises.pdf
4. Rosin, A.; Möller, T.; Lehtla, M.; Hõimoja, H. (2010). Analysis of household electricity consumption patterns and economy of water heating shifting and saving bulbs. Scientific Journal of Riga Technical University. Power and Electrical Engineering, 27, 15 - 20.
5. Energiasäästu nõuanded. Eesti Energia.
<https://www.energia.ee/et/nouanded>



- Energiasäästuvõimaluste hindamine
- Elektrikvaliteedi hindamine
- Energiatarbimise juhtimise võimaluste hindamine
- Lokaalsete energiatootmise võimaluste hindamine
- Elektripaigaldiste sh elektervalgustuse, elektriajamite ja automaatikasüsteemide ekspertiisid
- Elektri-, valgustus- ja automaatikapaigaldistega seotud koolitused
- Rakendusüüriõud ja tootearendused elektrotehnikas ja -energeetikas

TÄNAN !

Kontaktid:

Argo Rosin, Tel.: 5290305,
e-post: argo.rosin@ttu.ee