

ELEKTRILISTE VALGUSALLIKATE KESKKONNASÄÄSTLIKUST VALIKUST

Endel Risthein

Tallinna Tehnikaülikool

Energia järjest suurenev tarbimine ja sellest tingitud muutused Maa atmosfääri koostises on endaga kaasa toonud Maa kliima ohtliku muutumise – **globaalse soojenemise**.

Ühe vastuabinõuna on hädavajalik energia tarbimist igal mõistlikul viisil piirata.

Elektervalgustuses tähendab see vajadust üle minna **energiatõhusamate valgusallikate** kasutamisele.

SISSEJUHATUS

Nüüdisajal kasutatakse peaausjalikult kolme liiki lampe:

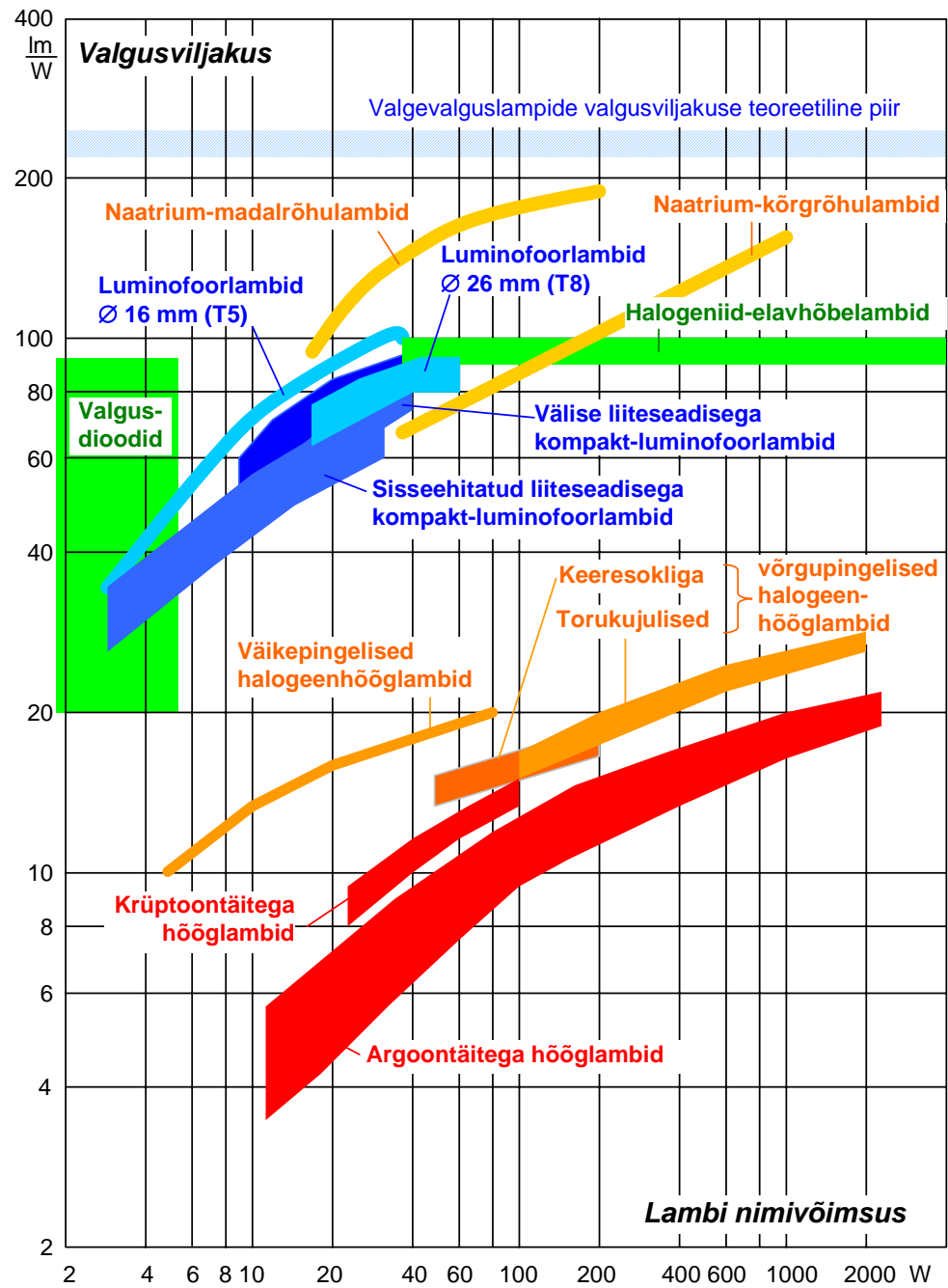
- hõõglampe,
- lahenduslampe,
- valgusdiodlampe.

Lampide energiatõhusust iseloomustatakse eeskätt **valgusviljakusega** – lambi valgusvoo ja tarbitava võimsuse suhtega (luumenites vati kohta).

Valget valgust andvate lampide korral on selle näitaja teoreetiline ülempiir ligikaudu **250 lm/W**.

Lampide tegelik valgusviljakus on enamasti vahemikus 10 lm/W kuni 100 lm/W, olenedes lambi tüübist ja nimivõimsusest.

Mõnede kõige enam levinud lambiliikide kohta on selle näitaja olenevus lambi nimivõimsusest esitatud alljärgneval joonisel.



Endastmõistetavalt nõutakse lampidelt peale energiatõhususe

- sellist **spektrit**, mis valgustatavate esemete värve võimalikult vähe moonutaks,
- pikka **tööiga**,
- kiiret süttimist,
- stabiilsust,
- võimalikult **värelusvaba** talitlust,
- võimalikult **häiringuvaba** talitlust,
- lihtsat ja **ohutut** käsitlemist,
- vastuvõetavat maksumust.

Hõõglambid on

- **lihtsa ehitusega,**
- **väikeste mõõtmetega,**
- **pideva valgusspektriga,**
- **enamasti meeldivaks peetava soojatoonilise värvsusega,**
- **kiire süttimisega (mõni millisekund),**
- **värelus- ja häiringuvabad,**
- **odavad (nt 5 senti vati kohta),**
- **hõlpsad kasutada,**
- **tarbe korral lihtsalt (pinge vähendamise teel) reguleeritavad.**

Hõõglampide põhipuudused:

- madal valgusviljakus (enamasti 10 lm/W kuni 30 lm/W),
- suhteliselt lühike eluiga (tavaliselt 1000 või 2000 tundi),
- hõõgniidi suur heledus (ligikaudu 1000 korda kõrgem kui silma valulävi),
- kuum kolb (tavahõõglambil kuni 150 °C, halogeenhõõglambil kuni 500 °C,
- tuleohtlikkus.

Tavaliste üldtarbehõõglampide kolb on täidetud väärisgaasiga (argooni või krüptoniga).

Krüpton on raskem kui argoon, aeglustab hõõgniidi aurustumist paremini ja võimaldab seega tõsta hõõgniidi töötemperatuuri, mistõttu krüptonhõõglampide valgusviljakus on mõnevõrra kõrgem kui argoonlampidel.

Halogeenhõõglampide kolb sisaldab peale väärisgaasi vähesel määral halogeeni (tavaliselt joodi, harvemini broomi), mis ühineb aurustunud volframiga ega lase seda sadestuda kolvile.

Selle tulemusel tekib lambis pärast süttimist volframiauru küllastus ja aurustumine lakkab.

Hõõgniidi töötemperatuur võib olla tunduvalt kõrgem kui tavalise väärisgaastäite korral, valgusviljakus aga seetõttu suurem ja talitlusiga pikem.

Väikepingelised halogeenhõõglambid (enamasti nimipingega 12 V) vajavad elektrivõrguga ühendamiseks **liiteseadist**, nt

- trafot või
- elektron-pingemuundurit).

Liiteseadis võib olla mitmele lambile ühine.

Lahenduslambid põhinevad kaarlahendusel madala sulamistäpiga metalli (enamasti elavhõbeda või naatriumi) aurus.

Eelised hõõglampide ees:

- suurem valgusviljakus on (40 lm/W kuni 150 lm/W),
- pikem eluiga (tavaliselt 5 000 kuni 15 000 tundi),
- suur valik valgusspektreid, sealhulgas päevavalgus,
- madalrõhulampidel – kolvi madal temperatuur (nt 40 °C),
- luminofoorlampidel – kolvi väike heledus (alla silma valuläve).

Koduvalgustuses kasutatakse **madalrõhulisi elavhõbe-luminofoorlampe**, mis neile nõudele päris hästi vastavad.

Lahenduslampide puudused:

- vajadus **liiteseadise** järele, et tagada lambi süttimine ning stabiilne talitlus,
- kõrgem hind (nt mõni kroon vati kohta),
- suuremad mõõtmed,
- valgusvoo vähenemine talitlusea jooksul (tavaliselt ligikaudu 30 % võrra),
- sagedusel 50 Hz – valguse värelus,
- aeglasem süttimine (kuni mõni sekund),
- elektromagnetiliste häiringute tekitamine,
- elavhõbedasisaldus (enamasti mõni milligramm),
- valgusvoo reguleerimise võimalus üksnes spetsiaalse liiteseadise korral.

Parim liiteseadis on **sagedusmuundur** väljundsagedusega 20 kHz kuni 50 kHz, mis võrreldes seniste drossel-liiteseadistega tagab

- lambi värelusvaba talitluse,
- lambi kiire ja sujuva süttimise ilma spetsiaalsete süüturite kasutamisetä,
- väiksema energiakao (ligikaudu kaks korda väiksema kui drosseli kasutamisel),
- lambi mõnevõrra pikema eluea ja kõrgema valgusviljakuse,
- liiteseadise väiksema massi,
- eriehituse korral – valgusvoo reguleerimise võimaluse.

Liiteseadis võib olla

- lambist eraldi,
- lambiga kokku ehitatud (sel teel saadakse **kompaktlamp**).

Kompaktlampidel on enamasti samasugune keeresokkel nagu hõõglampidel, et energiasäästu eesmärgil saaks viimaseid lahenduslampide vastu probleemivabalt välja vahetada.

Selle omaduse tõttu nimetatakse selliseid lampe ka **säästulampideks.**

Ajakirjanduses levinud sõna *säästupirn* ei ole tehnikatermin.

Valgusdiiod on väikepingeline (enamasti alalispingel 3 V kuni 7 V talitlev) väikesemõõtmeline (läbimõõduga enamasti 1 mm kuni 5 mm) pooljuhtseadis, mis on varustatud sisseehitatud nõguspeegli ja läätsega ja mis seetõttu kiirgab valgust kitsama või laiema vihuna mingis ühes suunas.

Valgusdioode saab valmistada nii värvilistena (punastena, kollastena, rohelistena, sinistena) kui ka valgetena.

Nende eelised hõõglampide ees on

- suurem valgusviljakus (praegu tavaliselt 40 lm/W kuni 50 lm/W)
- väga pikk talitusiga (20 000 kuni 50 000 tundi),
- äärmiselt kiire süttimine (mõni mikrosekund),
- värelusvaba valgus.

Valgusdiodlampide puudusteks on

- ***jõu-valgusdiodide väike üksikvõimsus (0,5 W kuni 5 W),***
- **valgusvoo vähenemine talitluse jooksul kuni ligikaudu 30 % võrra,**
- **vajadus liiteseadise järele,**
- **kallidus (ligikaudu 100 krooni vati kohta).**

Väikese üksikvõimsuse tõttu valmistatakse mitmest valgusdiodist koosnevaid *mooduleid*, mida võidakse kujundada tavapärase keeresokliga lampidena, aga ka valgusplaatidena või -lintidena.

Liiteseadis koosneb tavaliselt trafost ja alaldist ja võib olla ka lampi sisse ehitatud; viimasel juhul saame *kompakt-valgusdiodlampi*. Tarbe korral saab liiteseadist suhteliselt lihtsalt valmistada reguleeritavana.

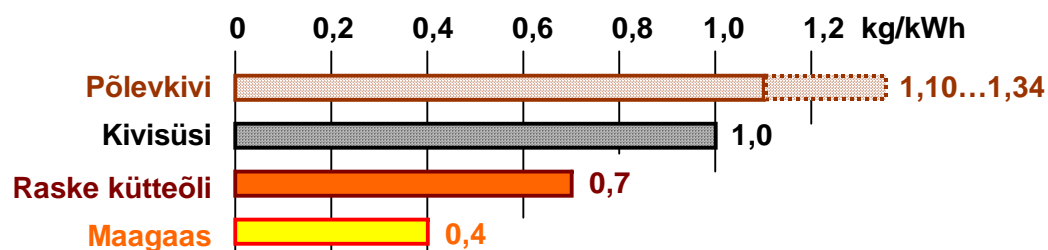
LAMPIDE ENERGIATARBIMISE TOIME KESKKONNALE

Valgustuseks kulub

- maailma ulatuses ligikaudu 19 %,
- Euroopa Liidus ligikaudu 14 % kogu toodetavast elektrienergiast.

Ligikaudu 2/3 sellest energiakogusest saadakse kütustpõletavatest soojuselektrielektriijaamadest, mis kütuste põlemissaadusena paiskavad õhku süsinikdioksiidi (CO₂) ja muid põlemisgaase.

Süsinikdioksiidi teke elektrienergia tootmisel oleneb soojuselektrijaamades kasutatava kütuse liigist:



Põlevkivi puhul kehtib väiksem väärtus keevkihtkollete, suurem väärtus tolmkütuskollete kohta

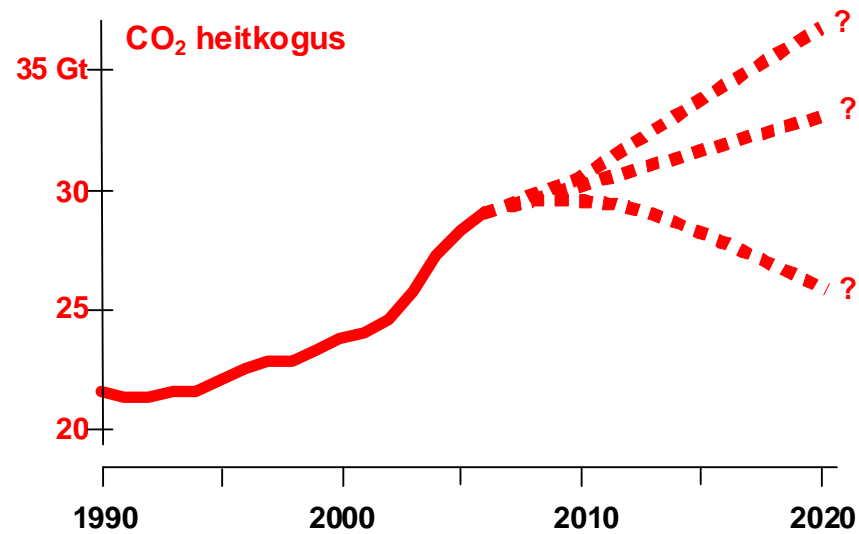
Kütuste laiaulatuslik põletamine elektrijaamades, hoonete kütteseadmeis, transpordivahendeis ja tööstuses on viinud selleni, et süsinikdioksiidi CO₂ suhteline kogus õhus, mis kuni 20. sajandi keskpaigani oli püsivalt ligikaudu 0,028 %, on 2009. aasta alguseks tõusnud väärtuseni **0,039 %**.

Süsinikdioksiid koos muude kolme- ja enamaatomiliste gaasidega neelab maapinna pikalainelist soojuskiirgust ja kutsub esile *kasvuhoonenähtuse*, mille pidev tugevnemine toob endaga kaasa Maa kliima ohtliku soojenemise.

Maa keskmine temperatuur on viimase 50 aasta jooksul tõusnud ligi 1 °C võrra ja kui tõus peaks saavutama **2 °C**, võivad tagajärjed Maa elukeskkonnale olla katastroofilised.

Seetõttu on ÜRO eestvedamisel alanud mitmesuguste meetmete rakendamine süsinikdioksiidi ja muude *kasvuhoonegaaside* heitkoguse vähendamiseks.

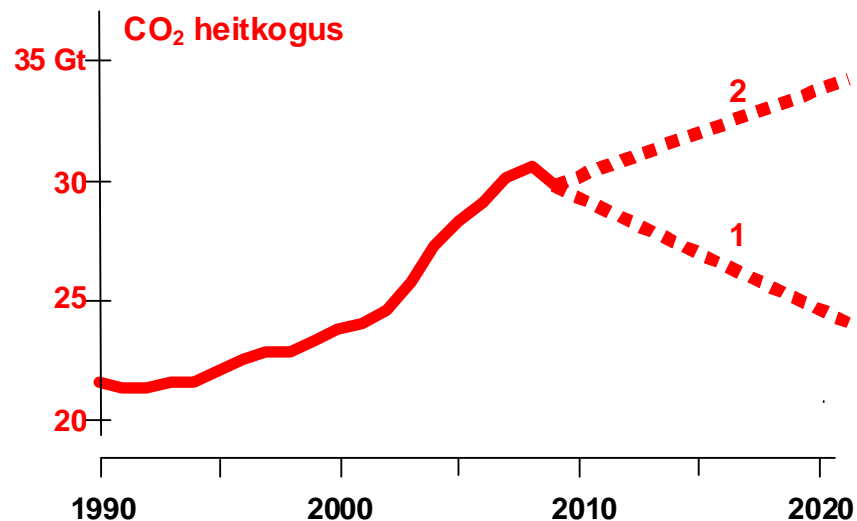
Alljärgneval joonisel on kujutatud kolm võimalikku prognoosi süsinikdioksiidi heitkoguse muutumise kohta maailmas kuni aastani 2020.



Joonisel vastab

- ülemine kõver – olukorrale, mil mingeid tõkestavaid meetmeid ei rakendata,
- keskmine kõver – praeguste meetmete rakendamisele,
- alumine kõver – uute meetmete juurdevõtmisele.

Uuemate andmete ja aastal 2009 kooskõlastatud rahvusvaheliste kliima soojenemist aeglustavate meetmete alusel võib esitada optimistlikuma pildi:



Sellel joonisel on kujutatud maailma süsinikdioksiidi aastase heitkoguse muutumine aastani 2009.

On oletatud, et majanduslanguse tõttu väheneb energiatarbimine ja seega ka CO₂ heitkogus 2009. aastal ligikaudu 3 % võrra.

Punktiir 1 näitab, kuidas peaks CO₂ heitkogus edasi vähenema. Eesmärk on jõuda aastaks 2020 allapoole 1990. aasta taset.

Selleks tuleks igal aastal vähendada CO₂ heitkogust keskmiselt **2 %** võrra.

Punktiir **2** kujutab *musta prognoosi*, kui mingeid radikaalseid meetmeid Maa kliima päästmiseks ette ei võeta.

Üks kliima muutusi aeglustavatest meetmetest on Euroopa Ühenduse energiasäästudirektiivid

- **2005/32/EÜ** *energiat tarbivate toodete ökodisaini nõuete kohta ja*
- seda alates 20.11.2009 asendav direktiiv **2009/125/EÜ** *energiamõjuga toodete ökodisaini nõuete kohta.*

Ökodisaini (ingl *ecodesign*) all mõeldakse keskkonnahoiu põhimõtete ja nõuete järgimist toodete väljatöötamisel.

Elektervalgustuses saab energiatarbimist ja seega ka selle tagajärjel tekkiva süsinikdioksiidi heitkoguseid vähendada

- väiksema valgusviljakusega lampide asendamise teel energiatõhusamate lampidega,
- lahenduslampide ballasttakistite asendamise teel sagedusmuunduritega,
- valgustuse ratsionaalsema ning kokkuhoidlikuma kasutamise teel.

Euroopa Ühenduse ökodisainidirektiivi rakendamismäärused näevadki ette

- suunamata valgusvooga hõõglampide järk-järgulist asendamist lahenduslampidega ja valgusdioodlampidega (mõnel juhul ka halogeenhõõglampidega),
- lahenduslampide valgusviljakuse suurendamist,
- lahenduslampide energiatõhusamate liiteseadiste (peaasjalikult sagedusmuundurite) kasutamist drossel- jm ballasttakistite asemel.

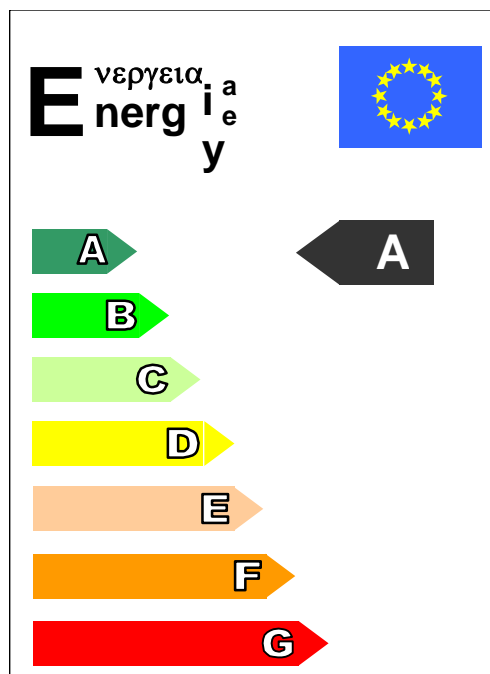
Määruste rakendamise teel loodetakse vähendada Euroopa Liidus aastaks 2020 elektrienergia tarbimist ligi 80 TWh võrra aastas. Ligikaudu samal viisil, kuid mõneaastase ajalise nihkega kavandatakse valgustuseks kuluva energia säästu ka nt USAs, Venemaal ja Hiinas.

HÕÕGLAMPIDE ASENDAMINE ENERGIATÕHUSAMATE LAMPIDEGA

Ökodesainidirektiivi rakendamismäärus nr 244/2009 (18. märtsist 2009) näeb ette hõõglampide kui kõige väiksema valgusviljakusega valgusallikate järkjärgulise väljavahetamise energiatõhusamate lampide vastu.

Energiatõhusust hinnatakse seejuures Euroopa Komisjoni direktiivi 98/11/EÜ järgi **energiatarbivusklassiga**, mida tähistatakse tähtedega A kuni G ja mis kujutatakse lampide pakenditel *energiatõhususmärgistusena*.

Klassi A kuuluvad kõrgeima, klassi G aga madalaima valgusviljakusega lambid.



Euroopa energiatarbivusmäärgistus (*energy label*). Vormistusnäide käib lambi kohta, mille energiatarbivusklass on A

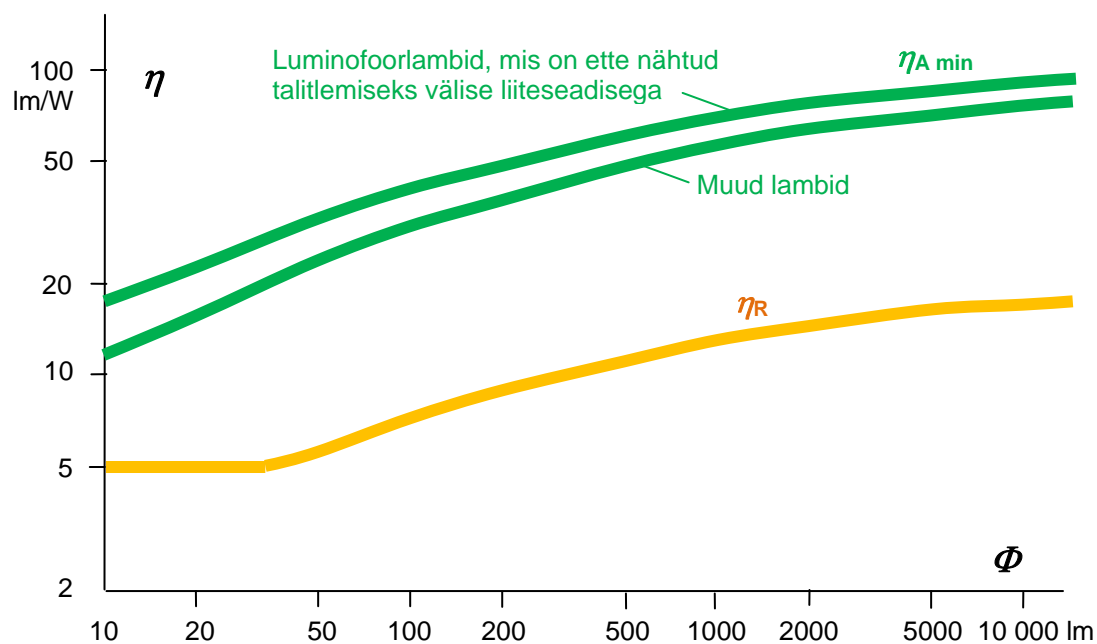
Direktiivis on esitatud valemid, mille järgi arvutatakse klassi A kuuluva lambi lubatav tarbitav võimsus olenevalt lambi valgusvoost.

Teiste klasside jaoks sätestatakse nn alusvõimsus (*referentsvõimsus*), mis vastab ligikaudu klassile E.

Lampide tegelikult tarbitava võimsuse suhet alusvõimsusesse nimetatakse *energiatõhususindeksiks* (tähis *E*) ja selle alusel määratakse nende energiatõhususklassid järgmiselt:

Energiatõhususindeks	Energiatõhususklass
$E < 0,60$	B
$0,60 \leq E < 0,80$	C
$0,80 \leq E < 0,95$	D
$0,95 \leq E < 1,10$	E
$1,10 \leq E < 1,30$	F
$E \geq 1,30$	G

Alloleval joonisel on kujutatud A-klassi lampide vähimalt nõutav valgusviljakus $\eta_{A \min}$ ja muude klasside määratlemiseks kasutatav alusvalgusviljakus η_R olenevalt lambi valgusvoost Φ



Klassi A nõudeid võivad täita üksnes lahendus- ja valgusdioodlambid, üldtarbehõõglambid kuuluvad aga enamasti klassidesse G või F.

Suurima valgusviljakusega halogeenhõõglambid (nt ksenoontäitega ja infrapunast kiirgust tagasipeegeldava kolviga) võivad vastata enimalt klassi B nõuetele.

Määruses nr 244/2009 on sätestatud konkreetsed tähtajad, millal üks või teine hõõglambiliik tuleb kasutusest kõrvaldada.

Esimene etapp algas 1. septembril 2009, mil lõppes 100 W ja suurema võimsusega üldtarbehõõglampide ning kõigi matt- või piimkolviga hõõglampide tarnimine kaubandusvõrku.

Edasised etapid on kujutatud alljärgnevas tabelis.

Tähtaeg	Matt- ja piimkolblambid		Klaarkolblambid						
	Kõik hõõglambid	Kompakt-luminofoor-lambid, valgus-diodlambid	Mittehalogeenhõõglambid ja tavahalogeenhõõglambid				Halogeen-hõõglambid klass C	Halogeen-hõõglambid klass B	Valgus-diodlambid
			≥ 100 W	≥ 75 W	≥ 60 W	< 60 W			
1.9.2009	✘	A	✘	≥E	≥E	≥E	C	B	Sätes-tamata
1.9.2010	✘	A	✘	✘	≥E	≥E	C	B	
1.9.2011	✘	A	✘	✘	✘	≥E	C	B	
1.9.2012	✘	A	✘	✘	✘	✘	C	B	
2013	Kehtestatakse uus tõhususnõuete aste								
2014	Kokkuvõtete tegemine ja tõhususnõuete võimalik revideerimine								
2016	✘	A	✘	✘	✘	✘	C eri-sokliga	B	Sätes-tamata

Tabeli nõuded ei käi peegellampide ega eriotstarbeliste lampide kohta.

Hõõglampide asendamisest saadav ligikaudne energiasääst:

Lambi liik	Energiatõhususklass	Sääst %
Üldtarbehõõglamp	E, F, G	0
Tavahalogenhõõglamp 230 V	D, E, F	0...15
Tavahalogenhõõglamp 12 V	C	25
Ksenoontäitega halogenhõõglamp	B	45
Väliskolviga kompaktluminofoor- või valgusdiodlamp	B	65
Väliskolvita kompaktluminofoor- või valgusdiodlamp	A	80

Veel suuremat energiasäästu annab hõõglampvalgustite asendamine valgustitega, milles kasutatakse T5- (või T8-) luminofoorlampe.

Hõõglampide asendamine nt kompaktluminofoorlampidega on ka majanduslikult tasuv.

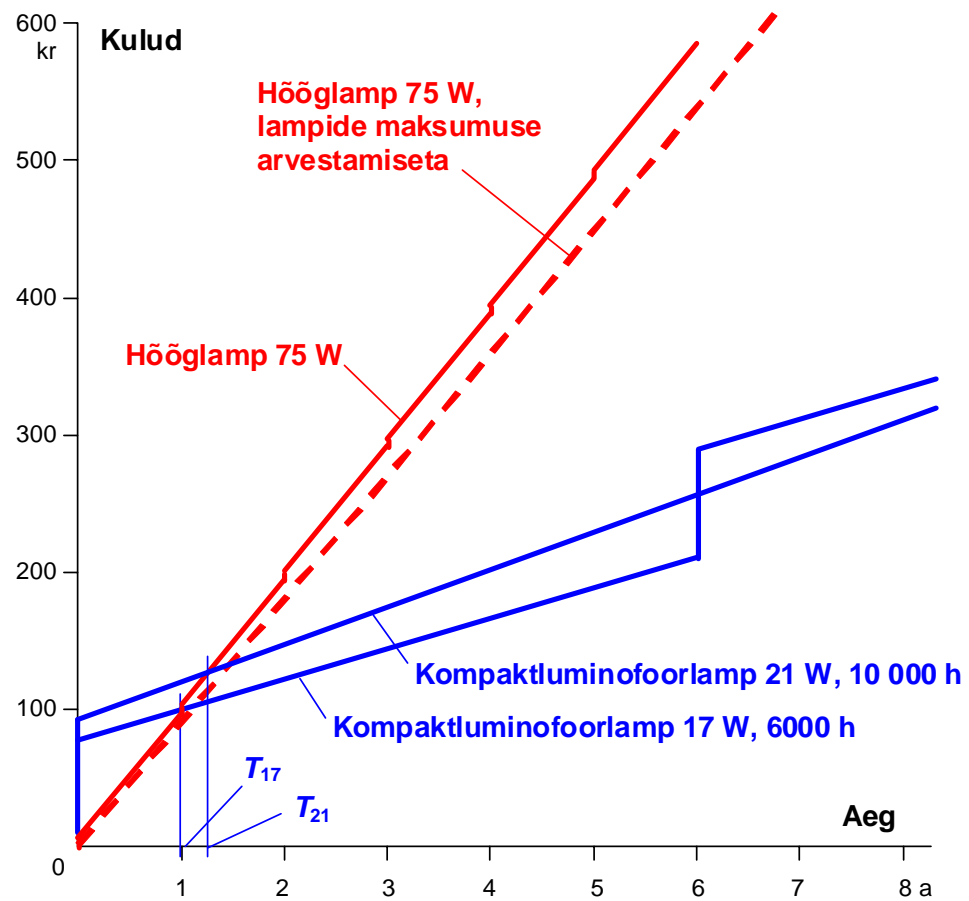
Vastavad arvutused näitavad, et praeguste hinnasuhete juures on tasuvusaeg kodumajapidamises enamasti üks kuni kaks aastat.

Näide

75 W võimsusega hõõglambi vahetamise tasuvus olemasolevates valgustites kahe kõneallatuleva soojatoonilise kompakt-luminofoorlambi vastu võimsusega 17 W ja 21 W.

Lampide võrdlusandmed:

Suurus	Ühik	Hõõglamp	Kompaktluminofoorlambid	
Nimivõimsus	W	75	17	21
Nimivalgusvoog	lm	935	950	1230
Nimi-tööiga	h	1000	6000	10 000
Hind	kr	5	83.40	93.-



LÖPPMÄRKUS

Elektrienergia säästmist ei tule lugeda üksnes rahaliste kulude vähendamise meetmeks.

Nüüdisajal on see kujunenud eeskätt tähtsaimaks **keskkonnakaitseviisiks**.

Kui väheneb elektrikulu, väheneb ka kütuste põletamine elektrijaamades ning süsinikdioksiidi ja muude põlemissaaduste paiskumine atmosfääri.

Sellega **aeglustuvad ohtlikud kliimamuutused**, mille tagajärjed on juba praegu selgelt tunda.

Võrreldes tööstusprotsesside ja veondusega on valgustuse osa energiakulutuses ja seega ka säästu võimalikus koguses suhteliselt väike, kuid ka seda võimalust energia kokkuhoiuks ei tohi praeguses küllaltki kriitilises keskkonnaolukorras kasutamata jätta.

KIRJANDUS

- 1. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2005/32/EÜ, 6. juuli 2005, mis käsitleb raamistiku kehtestamist energiat tarbivate toodete ökodisaini nõuete sätestamiseks ja millega muudetakse nõukogu direktiivi 92/42/EMÜ ning Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiive 96/57/EÜ ja 2000/55/EÜ // Euroopa Liidu Teataja 48 (2005), L 191 (22.7.2005), lk 29...58.**
- 2. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2009/125/EÜ, 21. oktoober 2009, mis käsitleb raamistiku kehtestamist energiamõjuga toodete ökodisaini nõuete sätestamiseks (uuesti sõnastatud) // Euroopa Liidu Teataja 52 (2009), L 285 (31.10.2009), lk 10...35.**
- 3. Komisjoni määrus (EÜ) nr 244/2009, 18. märts 2009, millega rakendatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2005/32/EÜ seoses kodumajapidamises kasutatavate suunamata valgusvooga lampide ökodisaini nõuetega // Euroopa Liidu Teataja 52 (2009), L 76 (24.3.2009), lk 3...16.**