

Maatalousrakennusten valaistus

Jukka Ahokas

Mari Rajaniemi

Helsingin Yliopisto Agroteknologia

Mika Turunen

Jyväskylän ammattikorkeakoulu



ENERGIA



AKATEMIA

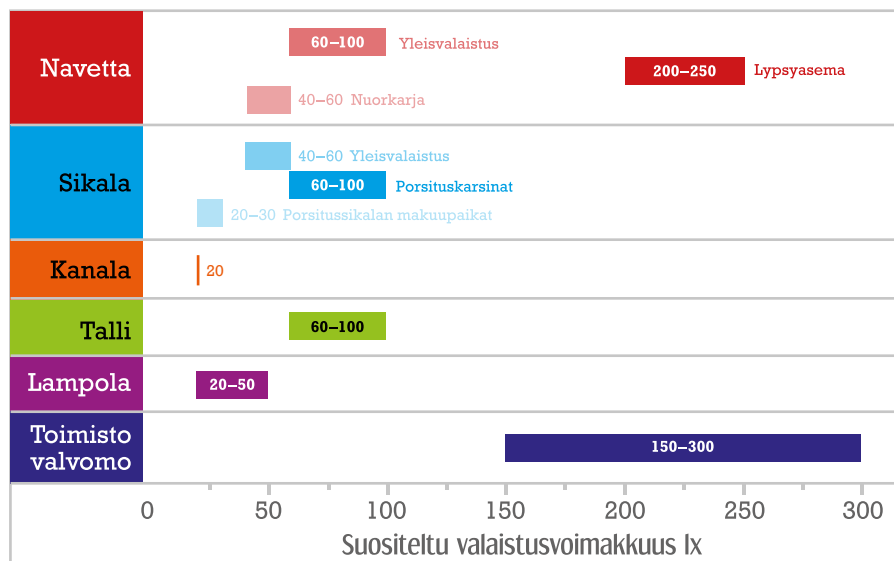
Karjarakennusten valaistuksen sähkönkulutus on usein kohtuullisen suurta, koska rakennukset ovat yleensä suuria ja valoja saatetaan pitää päällä lähes jatkuvasti. Valaistuksen osuus sähkön kokonaiskulutuksesta on sianlihan tuotannossa noin 10 % ja maidontuotannossa noin 10 – 30 %.

Karjasuojien vähimmäisvalaistustarve pitäisi pystyä päivisin hoitamaan pelkällä luonnonvalolla jo turvallisuussyistäkin, koska sähkökatkosten aikana sekä eläinten että hoitajien on pysyttävä toimimaan pelkän luonnon valon varassa.

Maatalousrakennusten valaistuksen energiankulutukseen vaikuttavat mm:

- lamppu, loisteluputki, korkeapainenatrium, monimetalli, LED
- valaisin, heijastushyötysuhde, valonjaon tasaisuus, asennuskorkeus
- valaistusvoimakkuus
- valaisimien huolto
- valo-ohjelma (käyttöaika)
- valaistuksen himmennys.

Maa- ja metsätalousministeriö on antanut suosituksia kotieläinrakennusten valaistuksesta (Kuva 1). Broilireiden kasvatusvalaistuksesta säädetään valtioneuvoston asetuksessa broilireiden suojelusta (375/2011).

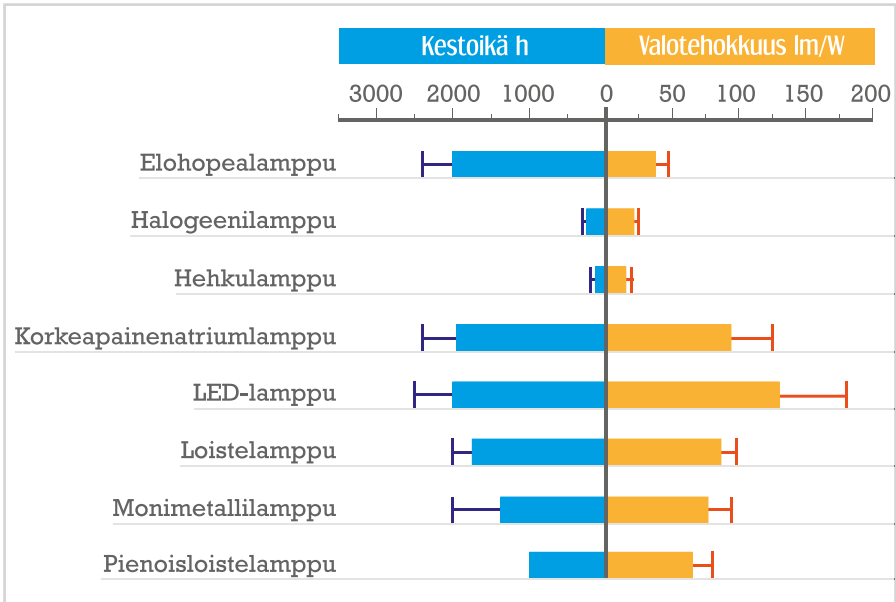


Kuva 1. Maa- ja metsätalousministeriön valaistusvoimakkuussuosituksset. (MMM RMO C3 ja VNa 375/2011).

Valovoima, valovirta, valaistusvoimakkuus ja valotehokkuus

Valovoiman perusyksikkö *candela* (cd) vastaa noin yhden kynttilän antamaa valon määrää. Valovoimasta johdettuja yksiköjä ovat *valovirta lumen* (lm) ja *valaistusvoimakkuus luks* (lx). Lumenilla mitataan lampun antamaa valon määrää ja luksilla, paljonko valoa tulee pinta-alaa kohden (lm/m²) Valaistusvoimakkuuteen (lx) vaikuttavat mm. lampun antaman valon määrä (lm), varjostimen ominaisuudet ja valaistun pinnan etäisyys lampusta.

Hehkulamppuja vertailtiin ennen sen mukaan paljonko ne käyttivät sähköä: mitä enemmän watteja, sitä kirkkaampi valo. Eri lampputyypit eroavat toisistaan huomattavasti mm. sähkönkulutukseltaan. Jotta lampputyypien välinen vertailu olisi helpompaa, nykyisin käytetään vertailuyksikkönä lumenia eli valon määrää. Hehkulamppujen wattimäärän voi muuttaa lumeniksi kertomalla wattimäärän luvulla 15, esim. 100 W · 15 ≈ 1500 lm.



Kuva 2. Tyypillisiä lamppujen valotehokkuuksia ja käyttöikä. Lamput kehittyvät jatkuvasti. Esimerkiksi LED-lamppujen valotehokkuuden odotetaan paranevan noin 200 lm/W:iin vuoteen 2030 mennessä.

Lamppujen energiatehokkuutta mitataan *valotehokkuudella*. Tämä ilmaisee, montako lumenia lamppu tuottaa yhden watin teholla (lm/W): mitä suurempi luku, sitä paremmin lamppu pystyy muuntamaan sähköä valoksi. Valotehokkuuden teoreettinen maksimi on 400 lm/W. Lamppujen valotehokkuudet vaihtelevat paljon jopa samanlaisten lampputyyppeiden välillä. Lamppujen energiatehokkuutta parannettaessa tulisi valotehokkuuden lisäksi kiinnittää huomiota myös lamppujen käyttöikiin. Kuvassa 2 on tyypillisiä lamppujen valotehokkuuksia ja käyttöikä.

Valaistuksen energiatehokkuusstandardi (SFS-EN 15193) auttaa määrittämään valaistuksen energiatarpeen julkisissa tiloissa sekä antaa mittareita energiatehokkuudelle ja neuvoja valaistuksen energiankulutuksen mittaamiseen.

Kuva: Geoffrey Landis, Wikipedia, CC BY 3.0.



Erilaisia LED-lamppuja

Lampputyyppejä

Lamppujen valo perustuu kahteen erilaiseen perusilmiöön. Hehkulamppuissa valo syntyy, kun metallilanka kuumenee hehkuvaksi, jolloin syntyy valon lisäksi myös lämpöä. Toinen lampputyyppejä perustuu luminesenssiin eli valon aiheuttaa kaasupurkaus. Hehku- ja halogeenilamput perustuvat metallilangan kuumentumiseen ja kaikki muut lampputyypit erilaisiin kaasupurkausilmiöihin. Usein lamppuissa on käytetty hyväksi useita eri ilmiöitä.

Hehkulamppu

Karjatiloilta on vieläkin käytössä hehkulamppuja, vaikka niitä ei enää myydä EU:n lamppujen energiatehokkuusvaatimusten vuoksi. Hehkulamppujen edut muihin lampputyyppeihin verrattuna olivat halpa hinta, himmentämisen helppous, nopea syttyminen ja laaja valospektri. Hehkulamppujen käyttöikä on vain noin 1000 h eli huomattavasti loisteputkia ja LED-lamppuja lyhyempi. Hehkulamput houkuttelevat puoleensa karpäsiä ja muita hyönteisiä, jotka liikaavat lamput ja heikentävät näin valomäärää. Hehkulamput kuluttavat muihin lampputyyppeihin verrattuna eniten energiaa. Hehkulamppujen valontuotanto ei ole tehokasta, koska

niiden käyttämästä sähköstä suurin osa muuttuu lämmöksi ja vain 5–15 % muuttuu valoksi. Tutkimuksissa on saatu valaistuksen sähkönkulutusta laskemaan 60 – 75 % vaihtamalla hehkulamput valontuotannoltaan tehokkaampiin lamppuihin.

Halogeenilamppu

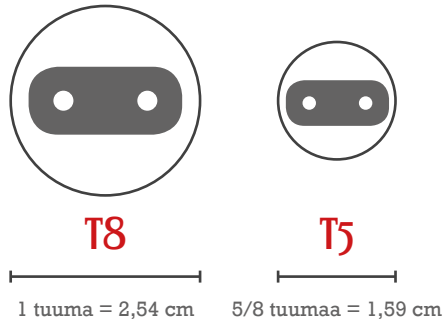
Halogeenilamppu toimii kuten hehkulamppu, mutta lisäksi sen suojakuvussa on halogeenikaasua (jodi, bromi), joka mahdollistaa hehkulangan lämpötilan nostamisen korkeammaksi lisäten näin valotehokkuutta. Halogeenilamput ovat hehkulamppuihin verrattuna pitkäikäisempiä ja kuluttavat energiaa n. 30 % vähemmän. Halogeenilamppujen myynti ja markkinointi lopetetaan EU-alueella vuonna 2016.

Loisteputki

Nykyisin eläinrakennuksissa käytetään paljon loisteputkivalaisimia. Nämä ovat energiatehokkuudeltaan huomattavasti parempia kuin hehkulamput. Loisteputkien odotettu käyttöikä on noin 10 000 – 20 000 h eli huomattavasti pidempi kuin hehkulampuilla. Jokainen sammutus- ja uudelleensytytys kuitenkin vähentää loisteputkien käyttöikää. Käyttöikään vaikuttavat myös liitäntälaitteet ja sytyttimen ominaisuudet. Pienillä käyttöjännitemuutoksilla ei ole juuri vai-

kutusta loisteputkien käyttöikään, mutta jo prosentin muutos jännitteessä voi muuttaa lampun valaistusvoimakkuutta useita prosentteja. Etenkin pienoisloistelamput (ns. energiansäästölamput) syttyvät viileässä hitaasti. Loisteputket ovat ongelmajätettä, koska ne sisältävät hieman elohopeaa.

Loisteputkien energiatehokkuus on yleensä sitä parempi, mitä ohuempi putki on. T5-putkien halkaisija on 5/8 tuumaa ja T8-putkien 8/8 eli 1 tuuma. T5-loisteputkien hinnat ovat laskeneet, joten kannattaa harkita T8-putkien päivittämistä sovitinkappaleilla T5-putkille sopiviksi.



Elohopea- ja

korkeapainenaatriumlamppu

Elohopealampun valo perustuu luminesenssiin eli purkaukseen. Valo syntyy elohopean höyrystyessä korkeassa lämpötilassa ja paineessa.

Korkeapainenatriumlampussa höyrytyy elohopean sijasta natriumia. Natriumlamppujen valotehokkuus (lm/W) on huomattavasti parempi kuin hehku-, monimetalli- ja elohopealamppujen (Kuva 2). Natriumlamppujen värintoistokyky on heikko ja sen valo on väriltään kelta-oranssia. Natriumlamput tuottavat samalla sähkönkulutuksella hehkulamppuihin verrattuna 5 – 6-kertaisesti enemmän valoa ja halpoin loisteputkiin verrattuna yli kaksinkertaisesti enemmän valoa.

Monimetallilamppu eli metallihalogeenilamppu

Monimetallilamppu on kehitetty elohopealampusta. Elohopean lisäksi lampussa käytetään eri metallien halogeeniyhdisteitä. Monimetallilamput ovat usein selvästi kalliimpia kuin elohopealamput, mutta ne ovat energiatehokkaampia ja värintoistoltaan parempia, koska niiden valo on valkoisempaa kuin elohopealamppujen.

LED-lamppu

Pitkäikäiset ja energiatehokkaat LED-lamput ovat herättäneet viime aikoina kiinnostusta. LED-lamput antavat täyden valotehon heti syttyessään, eikä sytyskertojen määrä vaikuta lampun käyttöikään, joka on noin 50 000 h. Koska LED-lamppujen käyttöikä on pitkä, niiden huolto- ja korjaustarve on vähäisempi kuin esim. hehkulamput tai loisteputket. LED-lamppujen valo himmenee ajan mittaan, mutta niiden valovirta alenee kuitenkin hitaammin kuin purkauslamput. Monet LED-lamput ovat himmennettävissä erillisellä laitteella.

LED-lamput suuntaavat valon, kun taas muut lamputyypit ovat ympärisäteileviä eli antavat valoa useaan suuntaan.

Karjasuojissa käytetään jo jonkin verran LED-lamppuja, mutta niiden käyttö ei ole yleistynyt korkeiden hintojen vuoksi. Eri valmistajien LED-lamppujen laatu ja käyttöikä vaihtelevat paljon, joten hankinnassa kannattaa olla tarkkana. Hyvä laatu todennäköisesti nostaa lampun hintaa.

Lamppujen ominaisuuksia

Väriämpötila

Väriämpötila kuvaa lampun valon värivaikutelmaa. Väriämpötila ilmaistetaan kelvineinä (K). Väriämpötilan kasvaessa valo muuttuu kellertävästä neutraaliin valkoiseen ja edelleen sinertäväksi. Asuintiloissa käytetään lämmintä kellertävää valaistusta ja julkisissa tiloissa kylmempää sinertävää valaistusta. Kellertävän valon väriämpötila on alle 3 000 K, valkoisen 3 300 – 5 300 K ja sinertävän yli 5 300 K.

Värintoistoindeksi

Värintoistoindeksi eli Ra-indeksi kuvaa, kuinka hyvin lampun valaisemien kohteiden värit toistuvat: mitä suurempi luku (0 – 100), sitä parempi värintoistokyky. Hehku- ja halogeenilamppujen värintoistoindeksit ovat 100. Sisävalaistuksen värintoistoindeksin tulisi olla yli 80.

Himentäminen

Valaistuksen voimakkuutta voidaan säätää himmentämällä lamppuja. Himmeämpää valaistusta voidaan käyttää esim. yövalaistuksena sekä päivisin, jolloin luonnonvalo vähentää valaistustarvetta. Himmentäminen säästää myös energiaa. Kaikkia lampputyyppejä ei voida himmentää, esim. pienloistelamppujen ja LED-

lamppujen himmennettävyys on varmistettava erikseen. Kaikkien lampputyyppeihin sopivan lisälaitteen (himentimen).

Sytyttämiskestävyys

Eri lamppujen sytyttämiskestävyyksissä on eroja, esim. loisteputkien sytyttämiskertojen määrä vähentää niiden käyttöikää, kun taas LED- ja halogeenilamppujen käyttöikänsä sytyttämiskerroilla ei ole juuri vaikutusta. Sytyttämiskestävyys on usein mainittu tuotepakkauksessa.

Lämpenemisaika

Paikoissa, joissa valojen halutaan sytyvän heti kirkkaasti, tulisi käyttää lamppuja, joiden lämpenemisaika on lyhyt. Esimerkiksi pienloistelamppujen pitää lämmetä jopa useita minuutteja ennen kuin ne antavat täyden valovirran.

Lämpötilan vaikutus

Laitteiden soveltuvuus eläintilojen lämpötiloihin on varmistettava. Muutoin saattaa olla, että lamput eivät anna valoa riittävästi, vaikka kuluttavat sähköä normaalisti. Alhainen käyttölämpötila ei vaikuta monimetalli- ja korkeapainelamppujen valovirtaan, mutta se heikentää selvästi loisteputkien ja pienloisteputkien valovirtaa. Loisteputkia hankittaessa

kannattaa tarkastaa, onko nimellisvalovirta (lm) ilmoitettu 35 °C:n vai 25 °C:n lämpötilassa (IEC/EN 60081). 25 °C:ssa lampun valovirta ja valohyötysuhde saattavat olla 20 % pienempiä kuin 35 °C:n lämpötilassa. Lämpötilalla ei tässä tarkoiteta ulkolämpötilaa, vaan valaisimen sisälämpötilaa, joka nousee valon palaessa. Loisteputken malli vaikuttaa siihen, paljonko sen valovirta alenee lämpötilan laskiessa. Useat loisteputket antavat vain 20 % normaalista valovirrasta 5 °C:n lämpötilassa, kun taas toisten luvataan antavan 90 % nimellisvalovirrasta 5 °C:ssa. Loisteputket toki lämpenevät ja kirkastuvat ajan mittaan, mutta lämpenemisaika voi olla pitkä suhteessa valon käyttöaikaan. Kuumuus voi myös heikentää valohyötysuhdetta esim. lämpötilan noustessa LED-lamppujen ominaisuudet muuttuvat, niiden kestävyys heikkenee oleellisesti ja niiden valaistushyötysuhde heikkenee.

Valaisimen hyötysuhde

Valaisimen optinen hyötysuhde ilmaisee, kuinka hyvin valaisimen heijastin heijastaa valoa kohdetta kohti ja kuinka hyvin lampun kupu läpäisee valon. Valaisimen optinen hyötysuhde ilmenee teknisistä tiedoista.

Huonetilan vaikutus valaistukseen

Mitä vaaleammat ja tasaisemmat rakennuksen pinnat ovat, sitä valoisam-

pi se on ja sitä parempi on huonetilan valaistushyötysuhde. Valaisimen ja huonetilan valaistushyötysuhde voi eläinrakennuksessa olla 0,3 – 0,35, eli valaistuksesta saadaan hyödynnettyä 30–35 % suurimman osan imeytyessä rakennuksen pintoihin lisäämättä valoisuutta. Kohdevalaistuisissa kohteissa, kuten hoitoparressa, valaistushyötysuhde on suurempi noin 0,45 – 0,5.

Käyttöikä

Lamppujen käyttöikä ilmoitetaan tunteina. Kuvassa 2 on eri lamppuille tyypillisiä käyttöikä. Valovirran alenema rajoittaa joidenkin lamppujen käyttöikää eli ne joudutaan vaihtamaan heikentyneen valovirran eikä rikkoontumisen takia.

Valovirran alenema

Purkauslamppujen valovirta (lm), saattaa vähentyä jopa 20 % jo parin tuhannen käyttötunnin jälkeen. Purkauslamppujen sähkönkulutus pysyy kuitenkin lähes samana, vaikka valon määrä olisi selkeästi alentunut eli niiden valotehokkuus laskee ikäntyessä. Testeissä loisteputken valovirta aleni 16 000 tunnissa 6 %, korkeapainenaatriumlampun 20 % ja monimetallilampun 30%. Monimetallilampun valovirran alenema on pienempi, kun käytetään pulssisyytystä perinteisen sytytyksen sijasta. Mutta tällöinkin sen alenema on suurempikuinkorkeapainelampuilla. Purkaus-

Luonnonvalon hyödyntäminen

- Valoharja
- Valokate
- Ikkunat

Valonlähde

- Lampputyypit
- Heijastimen ominaisuudet

Valaistuksen käyttöaika

- Valo-ohjelma
- Läsnäoloanturi
- Hämäräkytkin
- Kellokytkin

Valaistuksen energiatehokkuus

Valaistustarve

- Työvalaistus
- Yleisvalaistus
- Yövalaistus
- Eri tuotantovaiheet

Valaistuksen huolto

- Valaisimien puhdistus
- Lamppujen ikä
- Seinien, ikkunoiden ja valokatteiden pesu

Huonetila

- Pinta-ala
- Seinien ja lattian heijastuvuus
- Huonekorkeus
- Lamppujen sijoittaminen

kaus- ja LED-lamput kannattaa vaihtaa uusiin, kun valovirta on alentunut liian alhaiseksi, eikä vasta lampun rikkoontuttua. Valovirran alenema tulee huomioida jo valaistusta suunniteltaessa ja valaisin valinnoissa, jotta valaistusvoimakkuus pysyisi riittävänä alenemasta huolimatta. Käytännössä tämä voi tapahtua valitsemalla lampputyypit, jonka valovirran alenema on pieni. Valaistus voidaan myös ylläpitää niin, että haluttu valaistusvoimakkuus saavutetaan alentuneellakin valovirralla. Ylivalaistusta voidaan aluksi joutua himmentämään tavoiteltuun valaistusvoimakkuuteen.

Valovirran alenemaa voi vähentää:

- vähentämällä valojen sytytyskertoja
- sijoittamalla purkauslamput suositeltuihin lämpötiloihin ja viileisiin tiloihin LED-lamput
- käyttämällä himmennettävien purkauslamppujen yhteydessä lämmitystä valaisimessa sekä

- himmentämällä LED-valoja
- noudattamalla lampun valmistajan ohjeita liitännälaitteiden valinnassa sekä himmentämisessä.

Valaistuksen energian kulutus

Valaistuksessa voidaan samalla säästää energiaa ja varmistaa riittävä valaistus, kun kiinnitetään huomiota seuraaviin seikkoihin:

- valaisimen käyttöaika
- tarvittava valaistusvoimakkuus (lx), joka vaikuttaa myös käytetyn sähkön (W) määrään
- lampun valotehokkuus (lm/W)
- lampun ikääntymisestä ja valaisimen likaantumisen johtuva valovirran (lm) alenema
- valaisimen hyötysuhde
- huoneen valaistushyötysuhde
- lämpötila
- valaisinten sijoittelu niin, että valaistus on tasainen ja huolto helppoa
- valaistuksen säätö luonnonvalon mukaan.

Valaistuksen suunnittelu ja uusinta

Valaistuksen suunnittelussa tulisi ottaa huomioon eläinten ja eri tilojen valaistusvaatimukset. Valaistuksella on todettu olevan vaikutusta eläinten kasvuun, hedelmällisyyteen ja tuottoon. Eri tuotanto- ja kasvuvaiheissa olevilla eläimillä valontarve voi olla erilainen, esim. ummessa olevilla ja lypsävillä lehmillä. Ihmissilmälle suunniteltu valaistus ei välttämättä ole eläimelle paras mahdollinen, koska ihmisten ja eläinten, esimerkiksi lintujen, silmät näkevät valoalueet erilailla. Valaistusta suunniteltaessa kannattaa pyrkiä hyödyntämään luonnonvaloa.

Yleensä valaistuslaitteiden suunnittelusta vastaa sähköurakoitsija. Ura-kan ostajankin kannattaa perehtyä valaistukseen, jotta järjestelmä olisi varmasti toimiva ja tarkoituksen mukainen. Valaistuksen suunnittelun avuksi on kehitetty tietokoneohjelmia, joissa valaisin- ja sijoitusvaihtoehtoja on helppo vertailla. Esimerkiksi DIALux-ohjelmiston voi vapaasti ladata netistä:



www.dial.de/DIAL/en/dialux-international-download/suomi.html

Valon jakaantuminen tasaisesti eläinrakennuksessa helpottaa siellä työskentelyä. Valaisimen optiikasta riippuu, mille alueelle ja kuinka tasaisesti valo jakaantuu. Useimmat lamput ovat tyypiltään ympärisäteileviä, jolloin niiden valo kohdistetaan heijastimen avulla. LED-valot voidaan valmistaa niin, että niiden valo kohdistuu tasomaisesti. Valaisinta ei saisi sijoittaa niin, että valo tulee liian viistosti ja häikäisee. Valo ei koskaan jaa-kaannu tiloissa täysin tasaisesti. Jotta kaikkialle saataisiin riittävä valaistus, osa tiloista joudutaan ylivalaisemaan.

Rakennusten pintamateriaalit vaikuttavat valon heijastavuuteen. Valkoiset pinnat heijastavat parhaiten valoa. Pintojen likaantuminen heikentää heijastuvuutta, joten pintojen tulisi olla helposti puhdistettavia.

Loisteputkivalot syttyvät yleensä kylmässä hitaasti, ja täyteen loistoon lämpeneminen kestää jonkin aikaa. Lämpökulkutiloissa loisteputkia pidetäänkin usein päällä koko navettatyöjakson ajan, vaikka niissä kuljettaisiin vain muutaman kerran vuorokaudessa. Tällaisissa tiloissa hyvä vaihtoehto loisteputkille on läsnäolotunnistin sekä välittömästi syttyvät lamput, kuten LED-lamput, joiden valovirtaa ei kylmyyskään heikennä.

Lamput reagoivat sähkökatkoksiin eri tavoin. Jos tavallisia monimetalli- tai korkeapainelamppuja yrittää käynnistää 10 minuutin sisällä niiden sammumisesta, ne kuluttavat paljon normaalia enemmän virtaa, eivätkä kuitenkaan valaise. Generaattori-käytössä tämä suuri virrankulutus voi aiheuttaa jännitteen laskun ja rikkoa elektroniikkaa. Sähkökatkoksiin voidaan varautua korvaamalla tavalliset monimetallilamput heti syttyvillä monimetallilampuilla. Sähkökatkoihin voidaan myös varautua estämällä monimetalli- tai korkeapainenatriumlamppujen kytketyminen uudelleen päälle 10 minuuttia niiden sammumisesta ja käyttämällä tämän aikaa esim. yövalaistuksena käytettäviä heti syttyviä LED-lamppuja tai loisteputkia.

Vanhat loisteputket ja halogeenilamput voidaan korvata taloudellisimmilla lampputyypeillä, esim. korkeapainenatriumlampuilla. Vanhoja valaisimia uudistettaessa on syytä kääntyä asiantuntijan puoleen tai perehtyä hyvin eri osien teknisiin tietoihin, koska kytkentälaitteiden kestävyyksissä ja yhteensopivuuksissa on eroja. Esimerkiksi uudenlaiset loisteputket voivat lämmittää valaisimen kuumemaksi kuin mitä liitäntälaitte tai itse loisteputki kestävät. Liitäntälaitteiden sopivuus himmentämiseen on myös hyvä varmistaa.

Maatalousrakennuksissa sähkölaitteiden koteloinnin minimivaatimus on IP44 kotelointiluokka. Tunnuksen ensimmäinen numero tarkoittaa yleisesti suojausta (0 – 6) ja toinen numero vesisuojausta (0 – 8): mitä suurempi numero sitä parempi suojaus. IP44 tarkoittaa, että kotelo on suojattu erittäin pienten kappaleiden tunkeutumiselta ja se on vesisuojukseltaan roiskeveden pitävä. Jos valaisimen halutaan olevan sekä pölytiivis että pestävissä painepesurilla, suojuksen tulee olla IP66. Valaisinten pesussa on kuitenkin käytettävä kohtuutta, jotta valaisin ei menisi rikki.

IP= International Protection

Ensimmäinen numero eli yleinen suojaustaso:

- 0 = Ei suojausta
- 1 = Suuret ($\emptyset < 50$ mm) kappaleet
- 2 = Keskikokoiset ($\emptyset < 12,5$ mm) kappaleet
- 3 = Pienet ($\emptyset < 2,5$ mm) kappaleet
- 4 = Erittäin pienet ($\emptyset < 1$ mm) kappaleet
- 5 = Pölysuojattu
- 6 = Täydellinen suojaus.

Toinen numero eli vesisuojaus:

- 0 = Ei suojausta
- 1 = Suoraan ylhäältä tuleva vesi
- 2 = Suoraan ylhäältä tuleva vesi, kun testikappale 15 astetta kallellaan
- 3 = Suoraan ylhäältä tuleva vesi, kun testikappale 60 astetta kallellaan
- 4 = Vesiroiskeet
- 5 = Vesisuihku, joka suunnasta
- 6 = Suuri paineinen vesiruisku
- 7 = Hetkellinen upotus veteen
- 8 = Pysyvä upotus

Valaistuksen käyttöaika

Valaistuksen käyttöaikaan vaikuttavat työn kesto, valaistustarve ja saatavan luonnonvalon määrä. Valojen himmentäminen ja ajastaminen luonnon valon ja vuorokaudenajan mukaan säästää energiaa. Lamppujen energiankulutus alenee usein samassa suhteessa, kun valoja himmennetään. Mikäli valaistus toimii ajastimella, tulisi valaistusta ajoittain tarkistaa, etteivät valot ole, esim. keväällä päivän pidentyessä, turhaan päällä. Pieniä energiansäästöjä voidaan saada myös yksinkertaisesti sammuttamalla tarpeettomat valot.

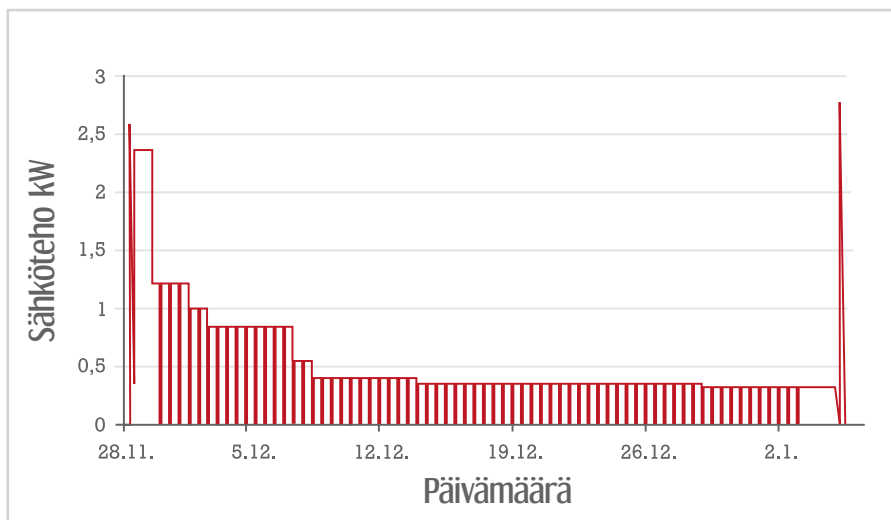
Lypsykarjapihatissa keskimääräinen päivävalaistuksen käyttöaika on 11 tuntia vuorokaudessa ja valaistuksen nimellissähköteho 4,2 W/m². Eläinhallissa minimivalaistusta käytetään muulloin paitsi navettatöiden aikana.

Yhtenä suosituksena on käyttää lypsävillä lehmillä ns. *pitkän päivän valaistusta*, eli 16 – 18 h/vrk vähintään 150 lx:n yleisvalaistusta ja 6 – 8 h/vrk korkeintaan 10 lx:n yövalaistusta. Tällä valo-ohjelmalla pystytään tuottamaan päivässä 2 – 3 kg enemmän maitoa, mutta vain jos yöllä on riittävän pimeää, eikä lehmien ruokinta tai stressi rajoita tuotannon nousua.

Pitkän päivän valaistus nopeuttaa piiminä vuoden aikoina hiehojen kasvua jopa 10 – 15 %. Joissakin kokeissa, sen on havaittu nopeuttavan myös sonnien kasvua. Lihaskojen kasvuun valaistuksen lisäämisellä ei ole vaikutusta. Kasvun nopeutuminen lyhentää kasvatusaikoja, parantaa rehuhyötysuhdetta ja vähentää rehunkulutusta.

Jos ummessa olevat lehmät voidaan osastoida erilleen lypsävistä lehmistä, niille voidaan käyttää *lyhyen päivän valaistusta*. Se on käännteinen pitkän päivän valaistukseen verrattuna eli 8 h/vrk vähintään 150 luxin valaistusta ja 16 h/vrk korkeintaan 10 luxin yövalaistusta. Tällä valo-ohjelmalla voidaan saavuttaa seuraavan lypsykauden aikana päivässä 3 – 4 kg enemmän tuotantoa. Umpiajan valaistusohjelma mahdollisesti pienentää pitkän päivän valaistusohjelmasta saatavaa hyötyä. Rehunkulutus lisääntyy maitotuotoksen kasvaessa, joten valaistusohjelmat eivät paranna lehmien rehuhyötysuhdetta.

Valaistuksella voidaan vaikuttaa ”kaulisääntyjien”, kuten lampaiden, vuohien ja siipikarjan lisääntymiseen. Uuhien ja pässien hedelmällisyys on suurimmillaan syksyllä päivän lyhen-



Kuva 3. Broilerihallin valaistusohjelman vaikutus valojen tehontarpeeseen.

tyessä. Tätä voidaan jäljitellä lyhentämällä 150 luksin yleisvalaistuksen kestoä päivittäisestä 16 tunnista. Siialla ja naudalla valaistuksen vaikutus lisääntymiseen on vähäistä.

Kanojen munimisen kannalta tutkimuksissa on havaittu, että valoisan jakson valaistukseksi riittää jo 10 luksiaakin. Munien tuotanto kasvaa jo 6 – 10 h päivittäisellä valolla pimeään verrattuna. Valoisan jakson pidentäminen yli 17 h/vrk:ssa ei enää lisää tuotantoa. Munien tuotanto kasvaa, kun valoisa jakso pitenee ja vähenee, kun valoisa jakso lyhenee.

Broilerihallissa valaistuksen energiankulutus riippuu suoraan valojen himmennyksestä sekä valoisan ja pimeän jakson pituuksista. Kuvassa 3 on esimerkki loisteputkilla valaistun broilerihallin valo-ohjelmasta. Valot ovat hallissa päällä jatkuvasti pari vuorokautta kuoriutumisen jälkeen, jotta linnut löytäisivät juoma- ja ruokapaikat ja asettuisivat uuteen tilaan. Tämän jälkeen valoja himmennetään asteittain. Linnuilla on vuorokauden aikana vähintään kuuden tunnin pimeä jakso, joka tässä valo-ohjelmassa on jaettu kahteen osaan.

Valonsäästö – Luonnonvalon hyödyntäminen

Luonnonvalon määrää voidaan lisätä ja valon jakautumista parantaa korrattamalla seinäkorkeutta ja ikkunoiden sijaintia tai valoharjalla, joka on kennolevyistä tehty lähes rakennuksen pituinen ikkuna katon harjalla.

Aurinkoisella säällä luonnonvaloa voidaan hyödyntää paremmin suuntaamalla ikkunoita etelään. Tällöin saadaan talvella, kun aurinko paistaa matalalta, navettaan enemmän valoa. Kesällä, kun aurinko paistaa korkealta, voidaan liian kuumaa auringonpaistetta vähentää riittävän pitkillä räystäillä.

Pilvisellä säällä luonnonvaloa tulee eri suuntaisista ikkunoista yhtä paljon. Luonnonvalo saadaan riittämään päivällä pilviselläkin säällä, jos ikkunoita

on riittävästi ja ne on sijoitettu oikein esim. riittävän korkealle.

Maa- ja metsätalousministeriön luonnonvalon hyödyntämistä koskevis-
sa suosituksissa annetaan eri ilman-
suunnissa sijaiseville ikkunoilla seuraavat kertoimet valon määrän suhteen:

- etelä: 1,5
- itä ja länsi: 1
- pohjoinen: 0,4.

Valoharjaa hankittaessa kannattaa kiinnittää huomiota kennolevyjen valonläpäisykykyyn sekä ammoniak-
keston, koska näissä on merkittäviä eroja. Likaantuminen heikentää oleellisesti valonläpäisevyyttä, joten valoharjan puhdistaminen olisi myös hyvä ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Iso-Britanniassa suositellaan valoharjan leveydeksi 25 % rakennuksen leveydestä. USA:ssa taas vältellään leveitä valoharjoja liikalämmön takia. Saksassa suositellaan lehmäpihaton eläinhallin valokatte-
n osuudeksi $\frac{1}{10}$ pohjapinta-alasta. Sairasosastolla, rehukäsittelytilassa ja maitohuoneessa valokatte-
n osuudeksi suositellaan $\frac{1}{7}$ pohjapinta-alasta.



Kuva: Graham Horn, Wikimedia Commons, CC-BY-SA-2.0.

Luonnonvalaistuksesta saatavaa hyötyä voidaan lisätä erilaisilla säätimillä. Valaistustasonsäätimellä voidaan kytkeä liiallinen valaistus pois päältä ja vakiovalonsäädöllä voidaan purkauslampujen valaistus ohjelmoida automaattisesti himmentymään luonnonvalon lisääntyessä.

Valojen himmentäminen voi laskea sähkönkulutusta jopa enemmän kuin valovirtaa, esimerkiksi 15 %:n himmennys voi vähentää sähkönkulutusta 25 %. Tanskalaiset arvioivat, että tehostamalla luonnonvalon hyväksikäyttöä ja käyttämällä himmentimiä voitaisiin saavuttaa 30 – 40 %:n energiasäästö. Suomessa ei yleensä maidontuotannossa käytetä valojen himmennystä, mutta esim. siipikarjatuotannossa valojen himmentäminen on yleisempää. Loisteputkien valoa voidaan himmentää jopa 99 %, mutta jo 50 % himmennyksellä liitännälaitteet voidaan joutua varustamaan lämmitysvastuksin. Korkeapaine- ja monimetallilamppuja voidaan yleensä himmentää 50 %:iin asti.

Himentäminen voi johtaa lampujen ennaikaiseen tummumiseen, joka alentaa niiden valotehokkuutta ja

lyhentää niiden järkevää käyttöikä. Tämän vuoksi kaikilla lampuilla ei ole takuuta himmennyskäytössä tai takuu on voimassa vain tietyillä himmennysmenetelmillä. Tummumista voidaan vähentää käyttämällä lamppea aluksi täydellä kirkkaudella valmistaja-kohtaisen ohjeen mukaan, yleensä 10 – 100 tuntia, koska näin mm. saadaan elohopea sijoittumaan paremmin lampun pinnalle. Tämä on myös voitu suorittaa tehtaallakin. Lampun valmistaja saattaa myös suositella, että kunkin käyttökerran aluksi lamppea tulisi käyttää aluksi täydellä valovirralla esim. 15 minuuttia. Lampun valmistajat kehottavat usein varustamaan lampun liitännälaitteet vastuksin, jotta liian alhainen lämpötila ei tummentaisi lamppea ennaikaisin. Kaikkien lampujen liitännälaitteiden tulee olla samanlaisia, jotta lamput palaisivat samalla tavalla.

Joidenkin neutraali- ja kylmänvalkoisten lampujen väri voi himmentäessä muuttua epämiellyttävän harmaaksi. Ennen himmennettävien LED-lampujen hankintaa onkin hyvä selvittää, kuinka himmentäminen vaikuttaa lampun valon väriin ja harmita, onko muutos hyväksyttävä.

Valaisimen huolto

Valaisimien, seinien, ikkunoiden ja kattopintojen likaantumisen on havaittu heikentävän valaistusvoimakkuutta 30 % kahdessa vuodessa. Valaisimet ja pinnat suositellaan puhdistettavan vähintään 6 kuukauden välein ja tarvittaessa useamminkin, jotta valon määrä säilyisi riittävänä. Broilerihallien lamput puhdistetaan jokaisen lintuerän jälkeen hallin pesun yhteydessä. Jos valaisimet halutaan pestä painepesurilla, niiden suojauksen pitää olla IP66-luokkaa.

Valaisinten puhdistaminen on helppompaa, jos valaistus on suunniteltu toteutettavaksi mahdollisimman vähillä valaisimilla. Valaisinten pölyntymistä voidaan hidastaa sijoittamalla valaisimet ylös. Tämä toisaalta myös hankaloittaa niiden puhdistamista. Valaisinten alla olisikin hyvä olla avointa lattiaa, jotta niitä pääsisi helposti puhdistamaan esim. siirrettäviltä telineiltä tai henkilönostimelta. Ylös voidaan myös rakentaa kiinteä huoltotaso, jolta valaisimien puhdistus ja huolto on helppo suorittaa, mutta huoltotaso yleensä häiritsee valaistusta.



Kuva: Peter Markham, Flickr, CC BY-SA 2.0.

Valaisinten tulisi vastata lujuudeltaan polykarbonaattivalaisimia, koska halvat akryylivalaisimet eivät kestä yhtä hyvin puhdistusta ja muuta huoltoa. Valaisinten tulee myös kestää karjasuojien ammoniakkipitoisuuksia läpinäkyvyyden heikentymättä. Ammoniakki heikentää mm. polyamidin ja polykarbonaatin läpinäkyvyyttä

Navetan valaistus

Maa- ja metsätalousministeriö suosittelee navetan valaistuksen voimakkuudeksi vähintään 60–100 lx, lypsyasemalle 200–250 lx ja nuorkarjalle 40–60 lx. Tanskassa suositukset ovat samaa tasoa. Saksassa ja Yhdysvalloissa valaistuksen minimivoimakkuudeksi suositellaan 150–200 lx.

Luonnon valoa tulisi käyttää mahdollisimman paljon hyväksi valaistuksessa. Kullekin alueelle on tärkeää valita sopiva valaistusjärjestelmä, esimerkiksi lyhytaikaisessa käytössä olevia tiloja on tarpeetonta valaista jatkuvasti. Uudet valaistusteknologiat ja ohjelmoitavat järjestelmät mahdollistavat ruokintapöytien ja makuupaikkojen valaistuksen lehmien fysiologisten tarpeiden ja vuorokausirytmien mukaan.

Eläinhalli voidaan valaista valaistusohjelmien mukaiseksi yhtä suureksi lehmien alueelle tai työtehtävien mukaiseksi. Tarvittavan valaistuksen määrä vaihtelee navetan eri osissa:

- voimakkainta valaistusta tarvitaan lypsy- ja pesupaikoilla, sairas- ja hoitotiloissa sekä toimisto- ja korjaamotiloissa
- keskitasoista valaistusta käytetään eläinten ruokinta-alueilla ym.
- vähäisempi valaistus riittää eläinten makuupaikoille, käytäville sekä odotusalueille.

Valaistus kuluttaa energiaa lähes yhtä paljon kuin koneellinen ilmanvaihto. Navettavalaitukseen tarvitaan vuositain energiaa 80–500 kWh/eläin. Valaistuskuluttaa energiaa 10–60 kWh maitolitralta kohden.



Dave Bleasdale, Flickr, CC BY 2.0.

Sikalan valaistus

Lihasilalojen valaistusvaatimukset ovat alhaiset, koska siat ovat hämärässä rauhallisia ja liikkuvat vähän. Eläinsuojeluvaatimusten mukaan liha-sioilla pitää olla kahdeksan tunnin ajan 40 luksin valaistus. Hoitotöiden aikana olisi suositeltavaa käyttää tehokkaampaa valaistusta jo työturvallisuudenkin vuoksi. Valaistustavoiterra esimerkiksi varastojen lattiapinnoille suositeltuun 100 luksin valaistukseen.

Sikaloiden valaistuksessa voidaan säästää energiaa käyttämällä valonsäätimiä, hyödyntämällä päivänvaloa ja käyttämällä yleisvalaistukseen vähän energiaa kuluttavia valaisimia. Toimenpidealueet voidaan valaista tehokkaammilla lampuilla ja kulkualuella voidaan käyttää automaattisesti syttyviä ja sammuvia valoja. Lihasilaloissa olisi hyvä eläinten seurannan ja energiatalouden kannalta, jos liemiruokintalaitteisto säätäisi täyden valaistuksen päälle ruokintaajaksi



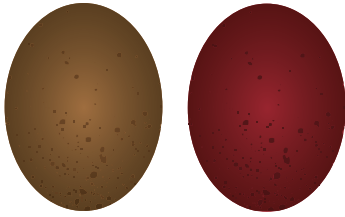
Kuva: Keith Weller, USDA ARS.

Siipikarjan valaistus

Valaistuksella voidaan vaikuttaa lintujen tuottavuuteen, terveyteen ja hyvinvointiin. Broilereilla valaistus vaikuttaa mm. rehun syöntiin, kasvuun, rehunmuuntotehokkuuteen sekä yleiseen hyvinvointiin.

Lintujen näkökyvyn uskotaan poikkeavan ihmisen näkökyvystä. Arvioidaan, että linnut kykenevät, ihmisistä poiketen, näkemään myös osan ultraviolettisäteilystä. Siitä johtuu, että linnut todennäköisesti näkevät värit hieman eri tavalla kuin ihmiset. On myös viitteitä siitä, että linnut aistivat joitain aallonpituuksia herkemmin kuin ihmiset. Tämän seurauksena linnut näkevät jotkut valot kirkkaampana kuin ihmiset.

Valon värin vaikutusta lintujen kasvuun ja käyttäytymiseen on tutkittu mm. yksivärisessä valossa. Linnut kasvavat paremmin sinisessä tai vihreässä valossa kuin valkoisessa tai punaisessa valossa. Valkoisessa ja punaisessa valossa linnut ovat taas aktiivisempia kuin sinisessä ja vihreässä valossa. Valon väri vaikuttaa linnun kasvuun eri tavalla eri ikävaiheissa: vihreä valo lisää kasvua varhaisemalla iällä ja sininen myöhäisemmällä iällä.



Vasemmalla muna ihmissilmin nähtynä ja oikealla kanan silmin nähtynä.

Valaistuksen tehokkuudella on voimakas vaikutus lintujen käyttäytymiseen ja sen myötä myös kasvuun. Voimakas valaistus lisää lintujen aktiivisuutta. Himmeämällä valaistuksella voidaan taas kontrolloida lintujen aggressiivisuutta ja kannibalismia. Linnut todennäköisesti suosivat eri valaistusvoimakkuuksia eri ikävaiheissa.

Broilerintuotannossa oli aiemmin yleistä, että lintujen rehunsyöntiä ja kasvuja maksimoitiin jatkuvalla tai lähes jatkuvalla valaistuksella (23 h valoa, 1 h pimeää). Broilereiden kuolleisuus, äkilliset sydänkuolemat ja jalkaongelmat kuitenkin kasvavat suhteessa päivän pituuteen. Jatkuva tai lähes jatkuva valaistus on käytössä vielä eri puolilla maailmaa.

Intensiivisessä broilerintuotannossa lintuja on kasvatettu yleisesti melko hämärässä. Tämän on oletettu lisäävän lintujen tuottavuutta, koska linnut eivät ole hämärässä yhtä aktiivisia kuin kirkkaassa valossa. Liian hämärä valaistus kuitenkin lisää lin-

tujen jalkaongelmia ja häiriöitä näkökyvyssä sekä häiritsee niiden käyttäytymisrytmejä.

Lisääntynyt huomio lintujen hyvinvointiin ja energian säästöön on saanut aikaiseksi sen, että mm. Suomessa käytetään nykyisin lyhempää päivävalaistusta tai vaihtoehtoisia valaistusohjelmia. Suomessa broilerikasvattamon valaistuksen vähimmäisvaatimukset ja valaistusrytmi on määriteltä valtionneuvoksen asetuksessa broilereiden suojelusta (375/2011). EU:ssa eläinten hyvinvointivaatimukset ovat tiukemmat kuin monessa EU:n ulkopuolisessa maassa. Tämän vuoksi jo asetuksen vähimmäisvaatimukset pelkästään määrittelevät eri tilojen valo-ohjelmia.

- Valaistustehon tulee olla vähintään 20 lx linnun silmän tasolla.
- Käytettävästä pinta-alasta on valaistettava vähintään 80 %.
- Valaistuksessa käytetään 24 h rytmiä, johon on siirryttävä seitsemän päivän kuluessa siitä, kun linnut ovat saapuneet halliin ja se voidaan lopettaa aikaisintaan kolme päivää ennen arvioitua teurastusaikaa
- Jokaisen 24 tunnin jakson aikana on pidettävä vähintään 6 tunnin pimeä jakso. Jos tämä aika on jaksotettu, on siinä oltava vähintään yksi 4 tunnin yhtenäinen pimeä jakso.

Sisällysluettelo

- 3 Valovoima, valovirta, valaistusvoimakkuus ja valotehokkuus
- 4 Lampputyyppejä
- 7 Lamppujen ominaisuuksia
- 10 Valaistuksen suunnittelu ja uusita
- 12 Valaistuksen käyttöaika
- 14 Valonsäätö
– luonnonvalon hyödyntäminen
- 16 Valaisimien huolto
- 17 Navetan valaistus
- 18 Sikalan valaistus
- 18 Siipikarjan valaistus

Maatalousrakennusten valaistus

- Pyri siirtymään energiatehokkaisiin lamppeihin. Lamppuja valitessa kiinnitä huomiota sähkönkulutuksen lisäksi myös eri lampputyyppeiden kestävyys, valotehoon, kylmäominaisuuksiin sekä valon väriin.
- Älä käytä turhaan valoja. Valaistusohjelmien avulla voidaan valaistus säätää automaattisesti tarkoituksen mukaiseksi ja säästää energiaa. Varastot ja läpikulkupaikat voidaan valaista läsnäolovaloilla.
- Pidä valaisimet, katot ja seinät puhtaina.
- Suunniteltaessa ja uusittaessa rakennuksia kannattaisi luonnonvaloa hyödyntää valaistuksessa mahdollisimman paljon. Valaistussuunnittelun avuksi on saatavilla hyviä tietokoneohjelmia. Suunnitelmat voi myös hankkia asiantuntijalta.
- Valaistus vaikuttaa eläinten tuotantoon ja käyttäytymiseen.



Lisää maatalouden energiatietoa

www.energia-akatemia.fi

ENERGIA  AKATEMIA



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin


HELSINGIN YLIOPISTO

SeAMK 
SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES


JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES