

Teerisimulaattori

Tommi Nyman

Tommi.Nyman@uef.fi

Ympäristö- ja biotieteiden laitos, Itä-Suomen yliopisto

Tässä harjoituksessa selvitetään lumen lämmöneristyskykyä ja lumipeitteen merkitystä lintujen yöpymiselle talvella. "Teerisimulaattoreita" eli lämpimällä vedellä täytettyjä muovipulloja asetetaan "yöpymään" erisyvyisiin lumikieppihin, ja pullojen jäähtymistä seurataan lämpötilatallentimien avulla. Toistomittausten varianssianalyysillä voidaan tämän jälkeen mm. testata, vaikuttaako lumikerroksen paksuus sen eristyskykyyn, eli käytännössä lintujen energiankulutukseen pitkien ja kylmien talviöiden aikana.

Avainsanat: Energiankulutus, kanalinnut, kieppi, lämpötilatallennin, talvi, tasalämpöisyys, toistomittausten varianssianalyysi



Oikea teeren lumikieppi: sisäänmenoaukko on kuvan oikeassa alakulmassa, vasemmalla olevan ulostuloaukon eteen on jäänyt jäljet lähtevän linnun siiveniskuista ja jalalla ponnistamisesta. Kuva: Itä-Suomen yliopiston Ekologian talvikurssi 2011.

Johdanto

Pitkät ja kylmät talviyöt ovat vakava haaste tasalämpöisille eläimille, koska seuraavaan aamuun asti pitää tuottaa lämpöä ja selvitä lyhyen päivän aikana syödyn ravinnon turvin. Monet linnut säästävät energiaa kaivautumalla yöksi kieppiin lumen alle, koska etenkin paljon ilmaa sisältävä puuterilumi on erinomainen lämmöneriste. Linnut kaivavat lumeen lyhyen tunnelin ja tukkivat kiepin suuaukon potkimalla lunta tulpaksi taakseen. Teerien, metsojen, riekkojen ja muiden kanalintujen lisäksi myös monet pikkulinnut kaivautuvat lumen sisään yön ajaksi; ainakin pulmusten, urpiaisten ja lapintiaisten tiedetään yöpyvän kiepeissä.

Tässä harjoituksessa tutkitaan lumikiepissä yöpymisen lämpötaloudellista merkitystä ruumiinlämpöisellä vedellä täytettyjen pullojen avulla. ”Teerisimulaattorit” asetellaan lumen päälle tai eri syvyyteen kaivettuihin lumiluoliin, ja veden jäähtymistä seurataan pulloihin asetettujen lämpötilatallentimien avulla. Kun kustakin käsittelystä on useita toistoja, voidaan tilastollisesti testata teerisimulaattorin ”yöpymispaikan” ja eristävän lumikerroksen paksuuden vaikutusta lämmönhukkaan toistomittausten varianssianalyysin avulla. Harjoitusta voi helposti laajentaa tai supistaa käytettävissä olevan ajan ja mittauslaitteiston mukaisesti, ja eri käsittelyissä mitattujen lämpöhäviöiden erotusten perusteella voi jopa arvioida lumikiepissä yöpymällä säästetyn energian määrää.

Menetelmät

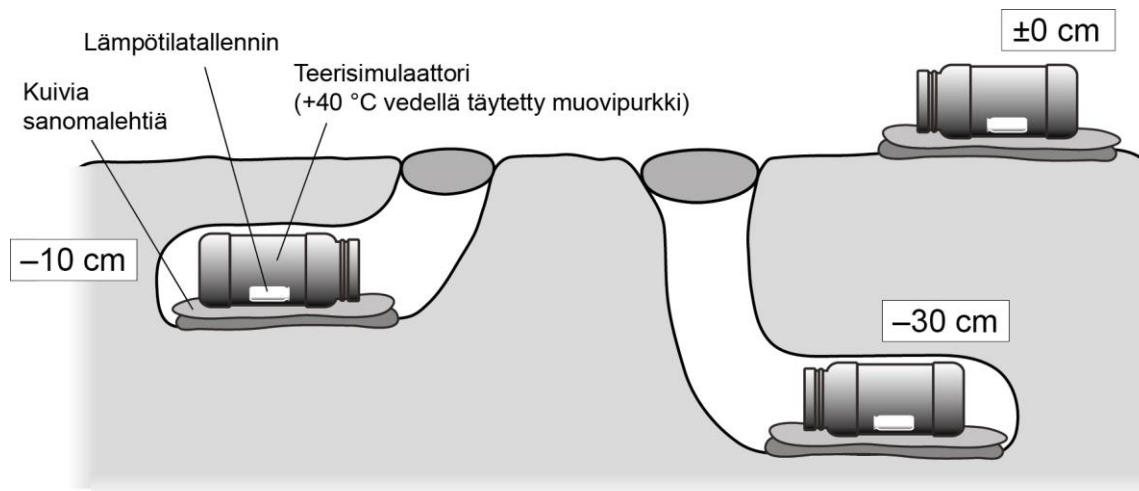
Ajankohta

Työ voidaan toteuttaa aina kun on kylmää ja lunta on tarpeeksi (kokeen laajuudesta ja koeasetelmasta riippuen noin 20–50 cm). Mikäli lunta on vähemmän, kokeen voi tehdä lapioimalla lunta kasoiksi. Yksittäinen koe kestää 3–6 tuntia, mutta kokeen aloituksen (1 h) ja purkamisen (1 h) välissä voi tehdä muita harjoituksia.

Tarvikkeet ja koeasetelma

Teerisimulaattoriksi kelpaa mikä tahansa sopivan kokoinen vesitiivis astia, jonka sisään saa ujutettua lämpötilatallentimen. Käytännössä parasta on, mikäli saatavilla on useita samanlaisia 1–2 litran isosuisia muovipurkkeja.

Kokeen alussa purkit täytetään noin +40 °C -asteisella vedellä, ja jokaiseen purkkiin asetetaan vesitiivis lämpötilatallennin (**Kuva 1**). Olemme käyttäneet kokeissamme Onset HOB0 - dataloggereita (**Kuva 2**), mutta vastaavia edullisia tallentimia on markkinoilla paljon. Ennen purkkeihin laittamista tallentimet käynnistetään samanaikaisesti ja säädetään kirjaamaan lämpötila esim. puolen tunnin välein.



Kuva 1. Esimerkki teerisimulaattoreilla tehtävän kokeen asetelmasta. Kuva: Tommi Nyman.

Dataloggereiden lisäämisen jälkeen teerisimulaattorit viedään ulos ja asetetaan ”yöymispaikoilleen”, joita voivat olla esimerkiksi lumen pinta (± 0 cm) ja erityyppiset lumikiepit (esim. -10 cm ja -30 cm) (**Kuva 1**). Lumikiepit kaivetaan niin, että purkin pinta ei kosketa lunta, ja kunkin simulaattorin alle laitetaan pari taiteltua sanomalehteä ehkäisemään lämmön karkaamista alakautta suoraan lumeen (**Kuva 2**). Kiepit suljetaan varovasti lumella; tarvittaessa käytetään sanomalehteä estämään lumen valuminen kiepissä olevan purkin päälle.

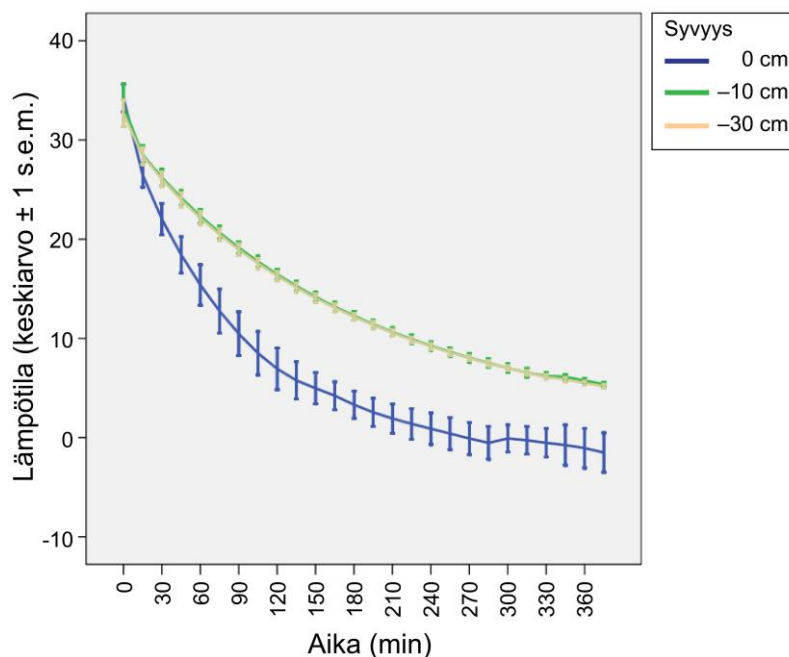
Simulaattoreiden annetaan ”yöpyä” esim. 6 tuntia, minkä jälkeen ne haetaan sisälle ja lämpötilatallentimien tiedot puretaan tietokoneelle lukulaitteen avulla (**Kuva 2**). Talvikursseilla olemme tehneet kokeen peräkkäisinä päivinä useampien ryhmien kanssa, minkä jälkeen olemme yhdistäneet ryhmien aineistot tilastollisia analyysejä varten.



Kuva 2. Teerisimulaattorikokeen valmistelua maastossa ja kokeissa käytetty vesitiivis lämpötilatallennin käynnistys- ja lukulaitteineen. Kuvat: Kuva: Itä-Suomen yliopiston Ekologian talvikurssi 2011.

Aineiston taulukointi ja tilastoanalyysit

Dataloggereista puretut lämpötilatiedot taulukoidaan esim. Excelissä tai LibreOfficessa niin, että kutakin tallenninta edustaa yksi rivi, ja erilliset mittaussajankohdat (0, 30, 60, 90, 120 min, jne.) ovat peräkkäisinä sarakkeina. Yhteen sarakkeeseen koodataan jokaisen simulaattorin käsittely eli ”yöpymispaikka” (esim. 0, -10 ja -30 cm). Näin kutakin käsittelyä edustaville simulaattoreille voidaan laskea lämpötilan laskua kuvaavat keskiarvo- ja hajontakäyrät esim. SPSS:llä (**Kuva 3**). Tämän jälkeen voidaan testata mittaussajankohdan (within-subjects factor), yöpymispaikan (between-subjects factor) ja niiden yhdysvaikutuksen vaikutusta teerisimulaattorien lämpötilaan. Post hoc -testeillä voidaan seuraavaksi arvoida, mitkä käsittelyt eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, jolloin käytännössä testataan sitä, onko lumikiepin syvyydellä vaikutusta lämmön häviämisenopeuteen.



Kuva 3. Esimerkki teerisimulaattoriaineiston perusteella tehdystä lämpötilakuvaajasta ajan suhteen ($N = 4$ per käsittely). Kuva: Itä-Suomen yliopiston talvikurssi 2009.

Harjoituksen muokkausmahdollisuudet

Teerisimulaattoriharjoitusta voi supistaa tai laajentaa tarpeen mukaan. Itä-Suomen yliopiston talvikursseilla koeaikana on ollut 6 tuntia, mutta koetta voi lyhentää, koska käsittelyjen välille syntyy eroja jo parissa tunnissa (**Kuva 3**). Olemme tehneet kokeet vesitiiviiden lämpötilatallentimien avulla niiden käytön harjoittelemiseksi, mutta mikäli dataloggereita ei ole käytettävissä, simulaattorien lämpötilan voi mitata kokeen alussa ja lopussa tavallisella lämpömittarilla. Tämä tuottaa käytännössä saman tuloksen ja yksinkertaistaa samalla aineiston käsittelyä, koska purkkikohtaisia mittauksia on vain kaksi.

Kokeen realistisuutta voi lisätä tekemällä simulaattorien ympärille eristeen villakankaasta tms., ja käsittelyjen määrää voi lisätä miltei rajattomasti. Esimerkiksi puussa yöpymisen vaikutusta lämmönhukkaan voi testata, ja pieniä ja suuria simulaattoripulloja käyttämällä voi tutkia lämmönhukan nopeutta erikokoisissa eläimissä. Lumikerroksen tiiviyyttä vaihtelemalla (esim. polkemalla) voi selvittää lumessa olevan ilman merkitystä lumen lämmöneristyskyvylle.

Rohkeammat voivat arvioida lumikiepissä yöpymisen vaikutusta säästettyyn kalorimäärään, koska kokeessa tiedetään pulloissa olevan veden määrä ja menetetyt lämmön erotus asteina eri käsittelyjen välillä (1 cal \approx 1 °C lämpötilanmuutos grammassa vettä, ja 1 kcal = 1 000 cal). Hullunrohkeat voivat yrittää laskea, kuinka suurta ravinnon määrää (esim. teerien tapauksessa grammaa koivunurpuja tai -silmuja) säästetty energiamäärä vastaa.

Lähteet

- Andreev, A. V. 1991. Winter adaptations of the willow ptarmigan. *Arctic* 44: 106–114.
- Collins, J. E. & Peterson, J. M. C. 2003. Snow burrowing by common redpolls (*Carduelis flammea*). *The Kingbird* 53: 13–22.
- Heinrich, B. 2017. Winter strategies of ruffed grouse in a mixed northern forest. *Northeastern Naturalist* 24: B55-B71.
- Korhonen, K. 1980. Microclimate in the snow burrows of willow grouse (*Lagopus lagopus*) *Ann. Zool. Fennici* 17: 5–9.
- Korhonen, K. 1981. Temperature in the nocturnal shelters of the redpoll (*Acanthis flammea* L.) and the Siberian tit (*Parus cinctus* Budd.) in winter. *Ann. Zool. Fennici* 18: 165–167.
- Marjakangas, A., Rintamäki, H. & Hissa, R. 1984. Thermal responses in the capercaillie *Tetrao urogallus* and the black grouse *Lyrurus tetrix* roosting in the snow. *Physiological Zoology* 57: 99–104.
- Penczykowski, R. M., Connolly, B. M. & Barton, B. T. Winter is changing: trophic interactions under altered snow regimes. *Food Webs* 13: 80–91.
- Pruitt, W. O., Jr. 2005. Why and how to study a snowcover. *Canadian Field-Naturalist* 119: 118–128.
- Spencer, R. 1982. Birds in winter – an outline. *Bird Study* 29: 169–182.
- Whitaker, D. M. & Stauffer, D. F. 2003. Night roost selection during winter by ruffed grouse in the central Appalachians. *Southeastern Naturalist* 2: 377–392.