

# ANOKSIA – Milloin murtaa jää?



Kuva: Olav Noteng, Byneset Golf

## Johdanto

Jääpeite aiheuttaa Pohjoismaissa enemmän kuollutta nurmea kuin mikään muu talvistressi.

Jäättä esiintyy yleisimmin rannikon ja sisämaan ilmaston siirtymävyöhykkeellä Norjassa, Suomessa, Pohjois-Ruotsissa ja Islannissa.

Odotamme jääongelmien yleistyvän sisämaassa ja korkeammalla merenpinnasta tulevaisuudessa ilmastomuutoksen aiheuttaman lämpötilan nousun vuoksi. Alueet, joilla talviolosuhteet olivat aiemmin vakaat, sulavat ja jäätyvät useammin talven aikana, mikä lisää merkittävästi jääpeitteen riskiä.

Pitkäkestoinen jääpeite on harvinainen

Tanskassa ja Etelä-Ruotsissa. Odotamme näiden leudomprien talviolosuhteiden yleistyvän myös pohjoisempana, mikä vähentää jääongelmia Norjan ja Suomen etelärannikolla.

"Milloin murtaa jää?" on yksi vaikeimmista kysymyksistä kenttämestareille, koska heidän päätöksensä taloudellinen vaikutus on merkittävä, ja sää on arvaamaton. Jään alla olevan nurmen kuntoa on vaikea seurata, ja se riippuu monista tekijöistä. Jään murtamisessa on myös huomattava nurmen fyysisen vaurioittamisen riski.

Tämä teksti on lyhyt ja aihe laaja. Katso lisätietoa viimeiseltä sivulta löytyvästä julkaisuluettelosta.

## Yhteenveto

- Jää aiheuttaa vakavia talvivaurioita golfviheriöillä ja muilla lyhyeksi leikatuilla nurmialueilla Pohjoismaissa;
- Pitkäkestoinen jääpeite luo hapettomat olosuhteet, mikä johtaa energian loppumiseen ja myrkyllisten kaasujen muodostumiseen, jotka voivat tappaa kasveja;
- Nurmen kestävyys riippuu ruoholajista mutta myös kasvualustan orgaanisen aineksen pitoisuudesta ja huokoisuudesta;
- Jään poistaminen voi olla ratkaisevan tärkeää ruohon selviytymiselle.

# Kasvin elämä jään alla

## Anoksia

Kiinteä jääpeite estää tehokkaasti kaasujen diffuusiota (kaasunvaihtoa) ilmakehän ja maahuokosten välillä. Termiä "anaerobiset olosuhteet" käytetään kuvaamaan ympäristöä, joka on hapeton. Näissä olosuhteissa elävät organismit voivat tukehtua anoksian eli hapenpuutteen vuoksi.

Käytämme ilmaisua "jääpeite" kuvaamaan tilanteita, joissa koko nurmi on jään peitossa. Kun maaperä on jäässä, täyttää ylhäältä tuleva vesi kaikki huokokset ja pahentaa tilannetta.

## Hengitys ylläpitää elämää

Kasvien juuret ja useimmat maaperän mikro-organismit käyttävät happea hengitykseen. Hengitys on prosessi, joka tuottaa soluille energiaa niiden sokerivarastojen kontrolloidulla poltolla. Hengitys on tehokasta, ja yli 50 % sokerin energiasta on käytettävissä solun toimintaan.

## Estynyt hengitys – myrkyllisiä kemikaaleja muodostuu

Kun kasvisolut kokevat hapenpuutetta (anoksiaa), eivät ne pysty hyödyntämään sokerivarastojaan tehokkaasti. Hengitys estyy ja kasvi pakotetaan käynnistämään vaihtoehtoinen biokemiallinen reaktio (anaerobinen hengitys), joka on paljon tehottomampi. Energiatuotto on vain 4 %. Sokerimolekyylit eivät täysin muutu CO<sub>2</sub>:ksi ja H<sub>2</sub>O:ksi, vaan ne muuttuvat orgaanisiksi hapoiksi ja alkoholeiksi, jotka ovat haitallisia korkeina pitoisuuksina.

Jääpeite pakottaa myös maaperän mikro-organismit käyttämään energiavarantojaan anaerobisesti. Joillakin anaerobisen hengityksen sivutuotteista on erittäin voimakas haju ja ne ovat erittäin myrkyllisiä kasveille.

## Tulos: heikko tai kuollut nurmi

Jääpeitteen aiheuttaman talvikuoletuksen syyt ovat:

1. Ravinnon puute
2. Myrkytys

Kasvit, jotka selviävät anoksiasta luon-



Monikäyttöiset golfkentät? Kuva: Olav Noteng, Byneset golf, helmikuu 2003.



Useita fytotoksisia aineita syntyy anaerobisissa olosuhteissa. Kuva: Albert Kjøsnes, Byneset GC.

Pienet halkeamat jäässä riittivät pitämään aerobisen hengityksen käynnissä, ja jotkut kasvit säilyivät hengissä. Kuva: Agnar Kvalbein, Bodø GC, 30. kesäkuuta 2007.

nollisesti tai kentänhoidon avulla, ovat yleensä käyttäneet suuren osan sokerivarannoistaan. Näin ne voivat olla hyvin heikkoja ja kestää huonommin myöhempiä talven rasitteita, kuten alhaisia lämpötiloja, liiallista valoa tai tauteja.



# Ruoholajien ja -lajikkeiden luokitus jääpeitteen sietokyvyn perusteella



NIBIO on testannut viheriönurmen selviytymistä eri peitteiden alla. Kiinteä jää oli yksi käsittelyistä. Kuva: Agnar Kvalbein, NIBIO Apelsvoll.

## Genetiikka ja karaistumisolosuhteet

Jotkut ruoholajit voivat selviytyä pitkäkestoisesta jääpeitteestä, kun taas toiset kuolevat muutaman viikon kuluttua. Tämä ominaisuus liittyy lajin kykyyn hidastaa aineenvaihduntaa (jotkut kutsuvat sitä "talviuneksi") ja sietää jään alle kertyviä myrkyllisiä kaasuja.

Genetiikan lisäksi myös syksyn sääolosuhteet ovat tärkeitä. Selkeät päivät, jolloin lämpötila on nollan tienoilla, antavat kasveille mahdollisuuden karaistua (sopeutua talviolosuhteisiin). Karaistumisen aikana nurmikasvit lopettavat kasvun ja varastoivat sokeria, jotta ne kestäisivät lisääntyvää pimeyttä ja muita talven rasituksia.

## Lajikkeet viheriöille

Muutamilla golfviheriöillä tehdyissä kokeissa on verrattu lajien kykyä selviytyä hapettomissa olosuhteissa. Emme kuitenkaan julkaise taattua selviytymisaikaa kullekin lajille, koska olosuhteet vaihtelevat merkittävästi kasvualustan ilmahuokosten, jään laadun, karaistumisolosuhteiden jne. mukaan.

Selviytymiskyky heikosta vahvaan:

- Kylänurmikka (*Poa annua*)
- Karheanurmikka (*Poa trivialis*)
- Punanata (*Festuca rubra*) = Nurmi-röllli (*Agrostis capillaris*)
- Rönsyröllli (*Agrostis stolonifera*)
- Luhtaröllli (*Agrostis canina*)

Tarkemmin sanottuna olemme koeviheriöillämme havainneet, että kylänurmikka säilyy harvoin kuukautta kiinteän jään alla, kun taas luhtaröllli ei osoittanut heikentymisen merkkejä 100 päivän jälkeen jääpeitteen alla.

## Lajit tiiauspaikoille ja väylille

Pitkäksi jätetyn nurmen kasvusto tunkeutuu usein jään läpi, jolloin muodostuu mikroputkia, jotka estävät anoksian syntymisen ruohon kasvupisteen ympärille. Väylille ja tiiauspaikoille muodostuu helpommin läpäisemätön jääpeite, jolloin tukehtumisen aiheuttamaa talvikuoletta esiintyy yleisemmin.

Viheriön yhteydessä mainittujen lajien lisäksi käytämme väylillä ja tiiauspaikoilla myös niittynurmikkaa (*Poa pratensis*) ja englanninraiheinää (*Lolium perenne*). Nämä kaksi ovat selviytymisasteikon vastakkaisessa päässä. Raiheinälajikkeissa on vain pieniä vaihteluita talvi-stressin sietokyvyssä, ja on luultavasti oikein luokitella laji vähemmän kestäväksi jääpeitettä vastaan kuin useimmat kylänurmikan ekotyypit.

Niittynurmikka selviää luultavasti paremmin jääpeitteestä kuin rönsyröllli, mutta nämä kaksi lajia kasvavat yleensä erilaisissa maaperäolosuhteissa ja siksi niitä on vaikea verrata suoraan toisiinsa. Olemme havainneet, että niittynurmikka kestäää erittäin hyvin kaikenlaisia talven rasituksia.

## Lajikkeiden erot

Lajien välisen yleisen vaihtelun lisäksi on myös lajikkeiden välillä aina tiettyä vaihtelua. Olemme kokeneet, että vaihtelu on suurempaa punanadalla ja nurmiröllillä kuin rönsyröllillä, luhtaröllillä, englanninraiheinällä, karheanurmikalla ja niittynurmikalla. Punanadalla ja nurmiröllillä on joitain pohjoismaisia lajikkeita, joiden jääpeitteen sietokyky on verrattavissa niittynurmikkaan ja rönsyrölliin.



Marraskuun sade jäätyneellä vihreällä aikaansai tiiviin, läpinäkyvän jään. Tammikuun loppuun mennessä lumen alle muodostunut jää on vähemmän läpinäkyvää. Kuva: Guttorm Ray Tuxen, Bærum GC.

## Jään ja maaperän laatu

Hapen saanti riippuu maaperän kokonaisuudesta ja huokoskoon ja kautumisesta sekä jään läpäisevyydestä.

Kiinteä jää on yhtä läpinäkyvää kuin lasi, kun taas huokokset tekevät jäästä harmaan tai valkoisen. Puhtasta vedestä kuten sateesta muodostunut jää on helppo murskata, kun taas tulvaveden jää, jossa on kalsiumia tai muita suoloja, on pehmeämpää ja taipuisampaa.

Kasvialustat, jotka läpäisevät vettä ja joiden kuitukerros on huokoinen, voivat

sisältää runsaasti happea aerobisen hengityksen ylläpitämiseksi koko talven ajan, vaikka nurmen pinnalle olisikin muodostunut tiivis jääkerros. Näihin huokosiin ei varastoidu happea, jos ne ovat täynnä jäätä.

Myös mikro-organismien määrällä on vaikutusta, etenkin silloin kun maaperän lämpötila on nollan yläpuolella. Mikro-organismit muodostavat merkittävän osan orgaanisen aineksen kokonaispitoisuudesta, ja korkea orgaanisen aineksen pitoisuus voi johtaa maaperän hapen nopeaan vähenemiseen.

Päätelmä: kuolleen nurmen riski kasvaa, kun:

1. Jääkerros on paksu, eikä siinä ole halkeamia tai huokosia.
2. Maan huokokset täyttyvät jäällä tai vedellä.
3. Kasvialustan orgaanisen aineen pitoisuus on korkea.
4. Maaperä on huonosti kuivatettu.

## Lämpötilat ja kasvisolujen toiminta



Kirkkaan jään alla lämpötilanvaihtelut ruoho kasvupisteiden ympärillä voivat olla voimakkaampia kuin jäättömän alueen kasveilla, erityisesti kirkkaina öinä. Tällaisissa olosuhteissa kasvit ovat hyvin stressattuja, koska ne altistuvat sekä alhaisille lämpötiloille että alhaisille happipitoisuuksille.

Onneksi paljas jää on harvinaista. Lumi on erinomainen eriste, ja vain pari senttimetriä lunta jään päällä pitää maaperän lämpötilan nollan ja  $-5^{\circ}\text{C}$  välillä jopa erittäin kylminä talvipäivinä.

Lämpötila vaikuttaa voimakkaasti kasvien ja mikro-organismien hengitykseseen. Kasvisolujen jäätymispiste on alle nollan, ja siksi hengitys jatkuu, vaikka ilman ja maaperän lämpötilat ovat alle nollan. Olemme nähneet, että kasvien sokeripitoisuus laskee nopeammin, kun maaperän lämpötila on yli  $-2^{\circ}\text{C}$ . Maaperän happivaje ilmenee myös silloin, kun lämpötila lähenee nollaa eivätkä kasvien juuret ja mikro-organismit ole jäätyneet.

Kun lämpötila on alle  $-2^{\circ}\text{C}$ , on hengitysaste alhainen. Kuva: Agnar Kvalbein.

# Milloin murtaa jää?

## Päätöksenteon työkalut

Nurmen sisään tai kuitukerrokseen asennetut lämpömittarit voivat antaa hyödyllistä tietoa. Kasvit hengittävät yli -2°C lämpötiloissa, ja jos viheriöllä on kiinteä jääpeite, kannattaa olla hereillä.

Nenäsi on arvokkain väline anaerobisen aineenvaihdunnan havaitsemiseen. Halokaise jää, laskeudu polvillesi ja havainnoi! Säilörehun kaltainen haju tai jalkahien haju tarkoittaa hapen puutetta. Voimakas mädän kananmunan (rikkivety) haju kertoo maaperän mikrobin aktiivisuudesta. Tämä kaasu on myrkyllistä, ja se tulee korvata raikkaalla ilmalla mahdollisimman pian.

Tutkimuksessa käytämme kallista mittalaitteistoa analysoidaksemme hiilidioksidikaasun tasoa viheriöpeitteiden alla, mutta se ei sovellu kaasujen mittaukseen jäätyneessä maaperässä.

Kannattaa ottaa näytteitä nurmesta sen elinvoiman tutkimiseksi. Nurminäytteitä on vaikea porata jäätyneistä viheriöistä. Käytämme betoniporaa, ja olemme kokeneet, että jään läpäiseminen on vaikein osa. Kun ympyrä on porattu, voidaan ydin murtaa tai irrottaa vasaralla ja taltalla. Ota näyte riskialteimmasta paikasta ja vertaa sitä parempaan (ylempänä sijaitsevaan) viheriön osaan. Kahden viikon kasvatus ikkunalaudalla antaa hyvän vaikutelman nurmen elinvoimasta.

## Ennen kuin päätät

On huomioitava useita tekijöitä, ennen kuin kentänhoitajat määrätään murtaamaan jää.

### Ruholajit

Tärkein tekijä on nurmen kunto, joka riippuu ennen kaikkea nurmilajista ja kasvin karaistumistilasta. Kanadalaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että Poan ekotyypin välillä on huomattavia eroja, mutta tutkimustemme mukaan tämä laji selviää harvoin yli 3–4 viikkoa jääpeitteen alla. Jos viheriö on ollut jääpeitteen alla pitkään, kannattaa käyttää panokset nopeaan uudelleenkylvöön sen sijaan, että annettaisiin ensiapua kuolleille kasveille.

Muut lajit ja erityisesti hienot nadat ovat taistelemisen arvoisia, koska niiden selviytymisaika on rajallinen ja toipuminen erittäin hidasta. Jotkut röllit pystyvät selviytymään yli kolme kuukautta jään alla.



Viheriön maaperän lämpötilaa valvova lämpömittari antaa hyödyllistä tietoa. Kuva Agnar Kvalbein, Messilä Golf.



Kenttäestari Oddbjørn Tidemann oli iloinen nähdessään viheriön olevan hyvässä kunnossa jään alla. Kuva: Agnar Kvalbein, Vestfold GC.



Jäätyneen nurmen seuranta on haastavaa. Näytteen saamiseksi käytetään tässä betoniporaa. Kuva: Agnar Kvalbein, NIBIO Landvik.



Ruohon kasvuunlähtö kertoo, että nurmi on elinvoimainen. Keskimäinen näyte on jään peittämästä vihreästä. Kuva: Wendy Waalen, NIBIO Apelsvoll.



Täysi auringonvalo läpinäkyvällä jäällä saattaa aiheuttaa stressiä. Tämä väylä oli täysin kuollut. Kuva: Olav Noteng, Byneset GC. Helmi- ja huhtikuussa 2003.



Metaanin ja rikkivetykaasun murtautuminen jään läpi on erittäin huono merkki. Kuva: Ole Albert Kjøsnes, Byneset GC 2016.



Jääpeitteen ainoa hyvä puoli on, että se mahdollistaa tehokkaiden koneiden käytön. Kuva: Magnus Barth, Fullerö GC.

Tämä antaa sinulle lisää vaihtoehtoja työn oikeaan ajoitukseen.

### Kesto ja tiheys

On vaikea seurata, kuinka kauan jää on todella peittänyt ruohon kasvupisteitä, kun se muodostuu lumipeitteen alle. Myös jään tiheys on tärkeä tekijä, jota voi seurata vain silmämääräisesti tarkastamalla jäätä kentällä lumen alla.

### Kasvualustan huokoisuus

Olemme nähneet, että uusille tai hyvin hoidetuille golfviheriöille, joissa ei ole kuitukerrosta ja joiden vedenpoisto on hyvä, ei lumen alle muodostu yhtä paljon jäätä kuin vanhoille viheriöille, joiden vedenläpäisy on alhainen. Kenttämestarit, joilla on paikallistuntemusta, tietävät, mitkä viheriöt ovat alttiimpia jään muodostumiselle.

### Valo tai pimeys

Onko jään läpi paistava auringonvalo vahingollista kasveille? Uskomme, että täysi auringonvalo voi olla vaarallista, mutta joidenkin raporttien mukaan osittainen valon läpäisy voi olla hyödyllistä kasveille (viljoille), koska fotosynteesi (joka voi tapahtua hyvin alhaisissa lämpötiloissa) muuttaa osan hiilidioksidista hapeksi ja aloittaa aerobisen hengityksen uudelleen.

### Mikrobiologia

Kasvualustat, joissa on korkea orgaanisen aineksen pitoisuus, ovat väritään tummia, ja niissä on valtava määrä mikro-organismeja. Mikro-organismit käyttävät happea, ja osa niistä pärjää hyvin anaerobisissa olosuhteissa. Ne voivat lisääntyä ja muodostaa nopeasti myrkyllistä rikkivetyä. Kaasu voi murtautua jään läpi pienten tulivuorien tavoin, kun tilanne on akuutti. Katso kuva.

### Sääennuste

Skandinavian sää on arvaamaton, ja joskus et voi odottaa optimaalisia olosuhteita. Lumen poistaminen ja nurmen altistaminen erittäin matalille lämpötiloille on riskialtista. Kasveilla, jotka paljastuvat jään poistamisen tai murtamisen jälkeen, on alhaisempi jäätyminen sietokyky. Voit harkita lumen puhaltamista viheriön päälle, jos on ennustettu erittäin alhaisia lämpötiloja pian sen jälkeen, kun olet murtautunut jään.

### Käytännön kysymyksiä

Ihannetapauksessa jään tulisi olla riittävän vahva kantamaan traktorin tai muun koneen kuorman. Nestemäinen vesi jään alla helpottaa jäälohkareiden irrottamista nurmesta. Älä kuitenkaan odota liian kauan hyviä olosuhteita. Fyysisesti vahingoittuneet viheriöt on helppompaa korjata kuin osittain kuolleet viheriöt.

# Miten murtaa jää?

Yleisimmin käytetään iskeviä ilmastimia, joissa on kiinteät paksut piikit, mutta myös jotkut raskaat piikkirullailmastimet ovat osoittautuneet erittäin tehokkaiksi. Kumpuilevat viheriöt vaurioituvat vähemmän, jos sinulla on kapeat ja joustavat koneet. Työsyvyyden tulisi mieluiten olla yksi sentti vähemmän kuin jään paksuus, mutta koska jään paksuus vaihtelee normaalisti paljon, on varauduttava nurmen fyysisiin vaurioihin.

## Jään poistaminen?

Halkeillutta jäätä ei yleensä tarvitse poistaa. Irrottaminen on työlästä, ja tiivistymisvaara vaikeuttaa toisinaan koneiden käyttöä.

On toki mahdollista, että murtunut jää jäätyy uudelleen kiinteäksi peitteeksi, ja luultavasti tästä syystä jotkut kentänhoitajat pyrkivät poistamaan mahdollisimman paljon jäätä varsinkin tasaisilta viheriöiltä, joita ympäröi roudan nostama reuna. Toiset huomaavat, että jään murtaminen uudelleen on helpompaa ja aiheuttaa vähemmän vahinkoa.

## Vaihtoehtona sulattaminen

Auringon säteilystä tulee keväällä paljon energiaa, mutta suurin osa siitä heijastuu valkoisesta lumesta tai vaaleasta jäästä. Jään tai lumen hiekkakäsittely sitoo energiaa ja nopeuttaa jään sulamista, ja voi olla vaihtoehto jään murtamiselle auringonvalolle alttiina olevilla viheriöillä. Valurautatuotannon musta hiekka tai hiilipöly ovat myös suosittuja tuotteita tähän käyttöön.

Useita suoloja voidaan käyttää veden jäätymispisteen alentamiseen, ja golfkentänhoitajat ja jalkapallokenttien hoitajat ovat menestyksekkäästi käyttäneet joitain suoloja. Magnesiumkloridi on suosittu tuote.

Olemme testanneet CMA:ta (kalsiummagnesiumasetaatti), joka sulattaa jäähän reikiä tuottamatta paljon vettä. Tuote ei ole tehokas, jos lämpötila on alhainen. Käytettäessä 200 g/m<sup>2</sup> määriä ei nurmella havaittu negatiivisia vaikutuksia



Tästä koneesta on tullut suosittu muutenkin kuin kylvössä. Värähtelevät kiinteät piikit voivat rikkoa jään. Kuva: Tor Mjøen



Tämä jää poistettiin osana koetta. Jäämurskan vaaleanvihreä väri ilmaisee oikean työsyvyyden. Kuva: Agnar Kvalbein, Bærum GC, helmikuu 2008



CMA tunkeutuu jään läpi, mutta ei ole kovin tehokas alhaisissa lämpötiloissa. Kuva: Agnar Kvalbein, Bærum GC, helmikuu 2008.



*Kun kaikki viheriöt olivat kuolleet keväällä 2013, kutsui kenttämestari hyvät kollegat keskustelemaan "Mitä tein väärin ja miten korjaan tämän kentän?" Kaikki oppivat paljon. Kuva: Agnar Kvalbein, Vestfold GC.*

## Vaikeita päätöksiä

Jään murtamisen ajoitus on yksi kenttämestareiden harmillisimmista huolenaiheista. Se on aiheuttanut monia unettomia öitä. Keskustele ongelmista hyvien kollegoiden ja agronomien kanssa, ja neuvottele aina esimiesten kanssa saadaksesi tukea. Ennemmin tai myöhemmin teet virheen. Näillä leveysasteilla et ole kenttämestari ennen kuin olet ... tuloksetta yrittänyt pelastaa viheriön tukehtumiselta.



*Jään murtamisen fyysisiä vaurioita. Valitettavasti tämä kylänurmikka oli joka tapauksessa kuollut. Kuva: Agnar Kvalbein, Bærum GC, huhtikuu 2008.*



Kuva: Agnar Kvalbein.

## Teksti

### Agnar Kvalbein

Agnar.Kvalbein@nibio.no

### Wendy Waalen

Wendy.Waalen@nibio.no

### Trygve S. Aamlid

Trygve.Aamlid@nibio.no

NIBIO Turfgrass Research Group,  
Norwegian Institute of Bioeconomy  
Research

Käännös: Pentti Viluksela

## Lue lisää

### Aiheeseen liittyviä STERFin julkaisuja:

- Tutkimusohjelma: Talvistressin hallinta
- Heinälajit ankariin talvi-ilmastoihin
- Golfviheriöiden syksyn valmistelu
- Talvipeitteet
- Talvityöt viheriöillä
- Karaistuminen ja talvistressit

### Tieteelliset julkaisut:

**Aamlid, T. S.**, Landschoot, P. J. & Huff, D. R. (2009). Tolerance to simulated ice encasement and *Microdochium nivale* in USA selections of greens-type *Poa annua*. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science* 59(2): 170-178.

**Bertrand, A.**, Castonguay, Y., Nadeau, P., Laberge, S., Michaud, R., Bélanger, G. & Rochette, P. (2003). Oxygen deficiency affects carbohydrate reserves in overwintering forage crops. *Journal of Experimental Botany* 54(388): 1721-1730.

**Castonguay, Y.**, Thibault, G., Rochette, P., Bertrand, A., Rochefort, S. & Dionne,

J. (2009). Physiological responses of annual bluegrass and creeping bentgrass to contrasted levels of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> at low temperatures. *Crop Science* 49(2): 671-689.

**Tompkins, D. K.**, Ross, J. & Moroz, D. L. (2004). Effects of ice cover on annual bluegrass and creeping bentgrass putting greens. *Crop Science* 44: 2175-2179.

**Waaen, W. M.**, Espevig, T., Kvalbein, A. & Aamlid, T. S. (2014). The effect of ice encasement and two protective covers on the winter survival of six turfgrasses on putting greens. *European Journal of Turfgrass Science* 45(2): 65-66.

# Sterf

STERF (Scandinavian Turfgrass and Environment Research Foundation) is the Nordic golf federations' joint research body. STERF supplies new knowledge that is essential for modern golf course management, knowledge that is of practical benefit and ready for use, for example directly on golf courses or in dialogue with the authorities and the public and in a credible environmental protection work. STERF is currently regarded as one of Europe's most important centres for research on the construction and upkeep of golf courses. STERF has decided to prioritise R&D within the following thematic platforms: Integrated pest management, Multifunctional golf facilities, Sustainable water management and Winter stress management. **More information can be found at [www.sterf.org](http://www.sterf.org)**

# CTRF

CANADIAN TURFGRASS RESEARCH FOUNDATION  
LA FONDATION CANADIENNE DE RECHERCHE EN GAZON

The CTRF is a registered charity with a mandate to raise monies and sponsor research projects that advance the environmental and economic benefits applicable to turfgrass. The CTRF is funded by contributions received from two national and six regional organizations involved in the golf and sports turf sectors. Over one million dollars has been invested in turf research in Canada by CTRF. The Foundation currently has 10 active research projects. Participating organizations include Golf Canada, the Canadian Golf Superintendents Association, the Western Canada Turfgrass Association, the Alberta Turfgrass Research Foundation, the Saskatchewan Turfgrass Association, the Ontario Turfgrass Research Foundation, the Quebec Turfgrass Research Foundation and the Atlantic Turfgrass Research Foundation. **More information can be found at [www.turfresearchcanada.ca/](http://www.turfresearchcanada.ca/)**