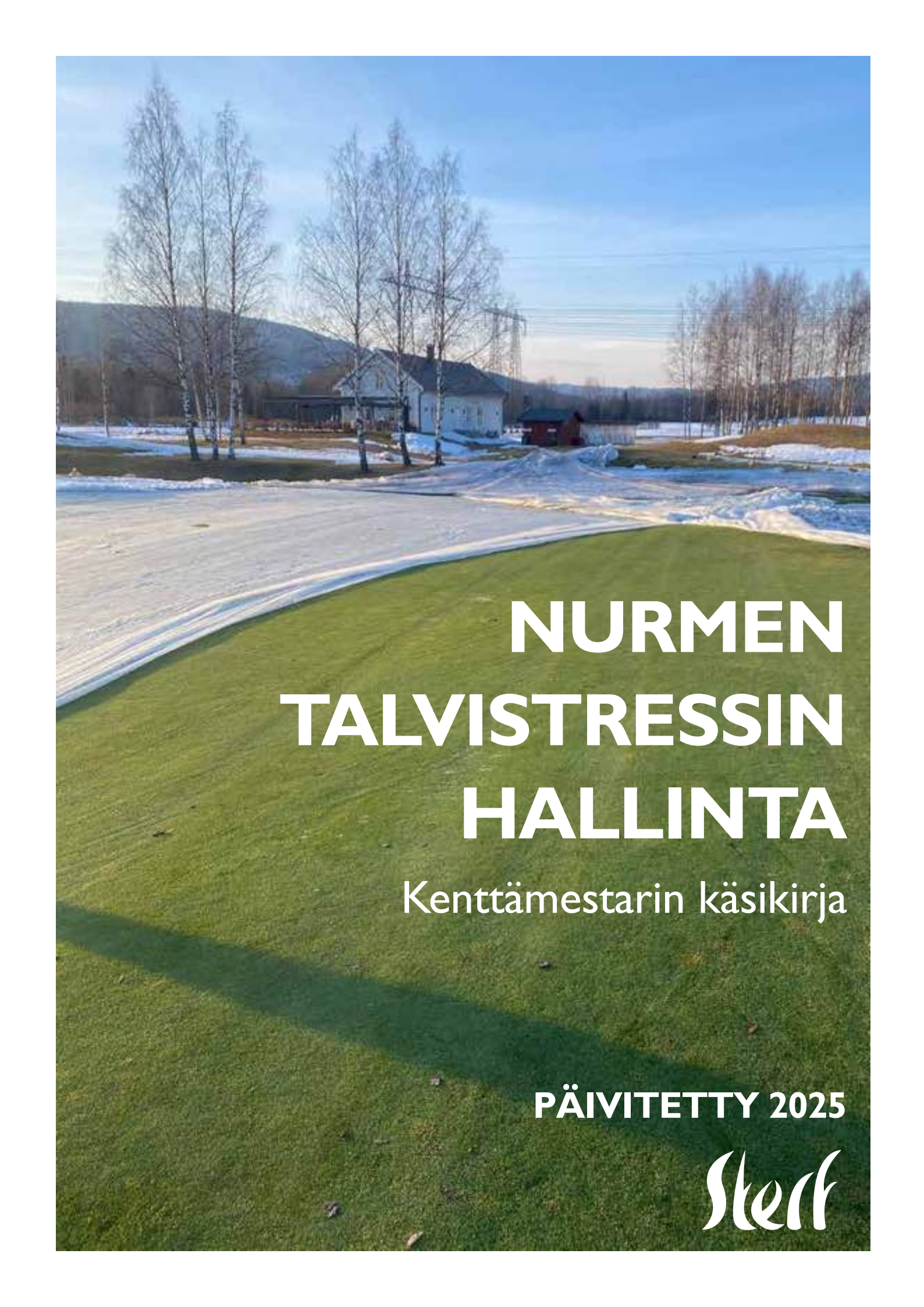




NURMEN TALVISTRESSIN HALLINTA

Kenttämestarin käsikirja

PÄIVITETTY 2025

Sterf

ESIPUHE

Tämä käsikirja julkaistiin ensimmäisen kerran vuonna 2017. Tämä, nyt käsissäsi oleva, uudistettu versio on päivitetty sen jälkeen julkaistujen tutkimustulosten pohjalta, erityisesti projektien 'ICE-BREAKER', 'WINTER TURF' ja 'Integrated management of turfgrass diseases' tuloksilla.

Käsikirjan pääasiallinen kohderyhmä ovat kenttämestarit. Työskennellessämme sekä alkuperäisen että päivitetyn version parissa, kävimme läpi runsaasti tieteellisiä julkaisuja, minkä seurauksena viiteluettelo on varsin pitkä. Toivomme, että tästä on hyötyä myös viheralan tutkijoille, agronomeille ja muille aiheesta syvällisemmin kiinnostuneille.

Valmiita, käyttöön soveltuvia ohjeita talvistressin hallintaan löytyy myös STERF:n päivitetystä tietosivuista osoitteessa www.sterf.org sekä Winter Turf -blogista osoitteessa <https://winterturf.umn.edu>.

Kiitämme tohtori Eric Watkinsia, USDA:n rahoittaman WINTER TURF -projektin johtajaa, arvokkaista kommentteista käsikirjan päivitettyyn versioon.

NIBIO Landvik, 25. lokakuuta 2017

Agnar Kvalbein Trygve S. Aamlid Tatsiana Espevig Wendy Waalen

Päivitetty versio

NIBIO Landvik, 22. joulukuuta 2025

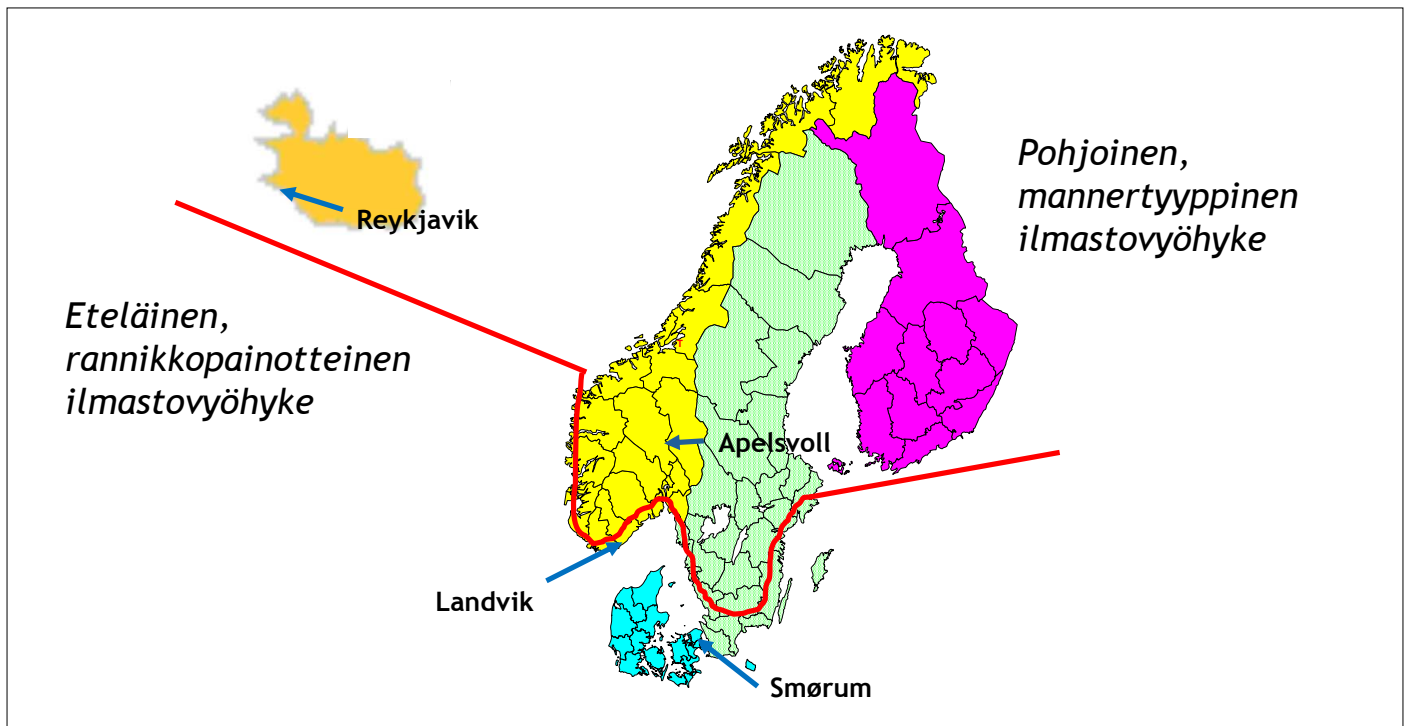
Trygve S. Aamlid Tatsiana Espevig



SISÄLLYS

Esipuhe	2
Nurmen talvistressi Pohjoismaissa	4
Nurmikasvien sopeutuminen (karaistuminen) ja sopeutumisen purkautuminen (karaistumisen loppuminen).....	5
Golfkentillä käytetyt lajit	7
Talvenkestävyys lajeittain.....	7
Pohjoisten ilmastojen heinälajit.....	7
Kasvien puolustautuminen	13
Talvitautilien hallinta	13
Yleisimmät talvitaudit.....	14
Muut talvitaudit.....	17
Lannoitus.....	18
Integroitu torjuntastrategia talvitautilien ehkäisyyn	18
Syyslannoituskokeet	19
Muita ravinteita	19
Biotuotteet.....	20
Syksyn hoitotoimenpiteet talvitautilien vähentämiseksi.....	21
Pakkasstressi	24
Routanousema.....	24
Jääpeitto ja sulamisvesi.....	24
Abioottiset talvistressit.....	24
Lannoitus.....	26
Ilmastus.....	26
Hiekoitus.....	26
Tilapäinen vedenpoisto.....	26
Syksyn ja talven hoitotoimet jää- ja vesivaurioiden vähentämiseksi	26
Vedenpitävät talvisuojat.....	27
Nurmen kunnon seuranta talvella	28
Lumenpoisto joulukuussa, tammikuussa tai helmikuussa.....	29
Lumenpoisto maaliskuussa/huhtikuussa	29
Jään murtaminen	30
Jään sulattaminen.....	30
Kevätstressit.....	30
Kuivuminen	30
Valostressi ja oksidatiivinen rasitus.....	31
Talvesta selvinneen nurmen hoito keväällä	32
Kevätkastelu.....	32
Itämistä ja taimien kasvua estävät tekijät jääpeiton jälkeen?	33
Nurmilajit, lajikkeet ja siementen käsittely	33
Kylvöajankohta	33
Kuolleen nurmen uudelleen perustaminen.....	33
Valmistelut ja kylvömenetelmät.....	34
Harsojen käyttö.....	34
”Huonon kohdan syndrooma”	36
Liite I. Syyslannoituskokeet 2014–2017	45
Typpivuoto.....	46
Pakkastesti	46

NURMEN TALVISTRESSI POHJOISMAISSA



Kaavio 1. Kaksi ilmastovyöhykettä ja testipaikat, joita käytetään SCANGREEN-lajikekokeissa.

Pohjoismaihin kuuluvat Islanti, Norja, Ruotsi, Suomi (mukaan lukien Ahvenanmaa) ja Tanska (mukaan lukien Grönlanti ja Färsaaret). Jotkut virolaisetkin laskevat itsensä pohjoismaalaisiksi, ja talviviheriön näkökulmasta kaikki kolme Baltian maata tulisi sisällyttää joukkoon.

Ilmasto vaihtelee maiden ja alueiden välillä. Lämmin Golfvirta tekee Norjan rannikosta paljon leudomman kuin korkea leveysaste antaisi odottaa. Pääosin lännestä puhaltavat tuulet tuovat paljon sadetta Länsi-Norjaan, ja länsirannikon sademäärä 3–5000 mm/vuosi eroaa jyrkästi vuoriston itäpuolisten laaksojen sademäärästä 2–300 mm/vuosi.

Rannikkoilmastot, joissa kesän ja talven lämpötilat vaihtelevat vähän, ovat hyvin erilaisia kuin sisämaan ilmastot, joissa talvilämpötila voi laskea alle -40°C . Vakaa lumipeite suojasi aiemmin nurmikasveja näillä alueilla äärimmäisiltä talvilämpötiloilta. Nurmen kannalta haastavin ilmastot on epävakaat lumipeite, talven lämpimät jaksot ja riski jääpeiton muodostumiselle. Ilmaston lämpenemisen myötä tällaiset epävakaat talvet yleistyvät nyt Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Islannissa.

Golfviheriöiden nurmilajikkeiden testausohjelma SCANGREEN jakaa Pohjoismaat kahteen ilmastovyöhykkeeseen (Kuva 1). Tämä voi olla yksinkertaistus, sillä Islannin ja Pohjois-Norjan rannikkoalueiden meri-ilmasto poikkeaa suuresti Suomen, Keski- ja Pohjois-Ruotsin sekä Keski- ja Pohjois-Norjan mannerilmastosta. Ilmaston-

muutoksen myötä vyöhykkeiden raja voi siirtyä pohjoisemmaksi, kauemmas rannikolta ja korkeammille alueille, mutta kokonaisuudessaan talvivaurioiden riski nurmelle tuskin vähenee.

STERF:n tutkimus- ja kehitysohjelma "[Winter stress and Integrated pest management](#)" (2025) kuvaa ne moninaiset talvistressin aiheuttajat, joita heinät kohtaavat, ja esittelee tekijät, jotka vaikuttavat onnistuneeseen talvehtimiseen. Tässä oppaassa jaamme talvistressit kolmeen ryhmään: (1) bioottiset (talvella aktiiviset taudit), (2) abioottiset (fysiikkaaliset) sekä (3) talvivaurioiden jälkeiseen kasvuunlähtöön liittyvät stressit. Aloitamme kuitenkin kasvien talveen sopeutumisesta ja viileän ilmaston heinien talvenkestävyydestä pohjoismaiden golfkentillä.

Nurmikasvien karaistuminen ja karaistumisen purkautuminen

Monivuotiset heinät vaihtavat kahden eri fysiologisen vaiheen välillä. Kasvuvaiheessa solukalvot ovat läpäisemättömiä, mikä tarkoittaa, että solut voivat imeä vettä ja kehittää painetta soluseinää vasten niin, että solut laajenevat. Kasvun määritelmä on "peruuttamaton kasvin tilavuuden kasvu", ja läpäisemättömät kalvot ovat edellytys tällaiselle kasvulle.

Kun nurmikasvit ovat karaistuneet ennen talvea, niihin kertyy enemmän vesiliukoisia hiilihydraatteja ja solukalvoissa on enemmän tyydyttymättömiä rasvahappoja, mikä mahdollistaa veden helpomman läpäisyn solukalvojen läpi (esim. Hoffman ym. 2010). Tämän ansiosta jääkiteet muodostuvat ja laajenevat pääasiassa kasvisolujen ulkopuolella. Sokerien ja muiden osmolyyttien korkeammat pitoisuudet laskevat jäätyislämpötilaa kasvisolujen sisällä, ja jäätymistä estävät proteiinit rajoittavat tehokkaasti jääkiteiden kasvua (Griffith & Yaish 2004, Kalberer ym. 2006).

Vaikuttaa siltä, että kasvien kasvun ja talvenkestävyyden välillä on yleinen ristiriita. Englanninraiheinä (*Lolium perenne* L.) ja kylänurmikka (*Poa annua* L.) pyrkivät jatkamaan kasvuaan syksyllä ja ovat siksi vähiten talvenkestäviä viileän ilmaston nurmikasveista, joita käytetään golfkentillä.

Nurmialueiden hoitajien tulisi muistaa, että kaikki kasvua edistävät toimenpiteet, kuten typpilannoitus, kastelu tai lämpötilaa nostavat peitteet, voivat lisätä talvivaurioiden riskiä. Tämä pätee sekä syksyllä että keväällä.

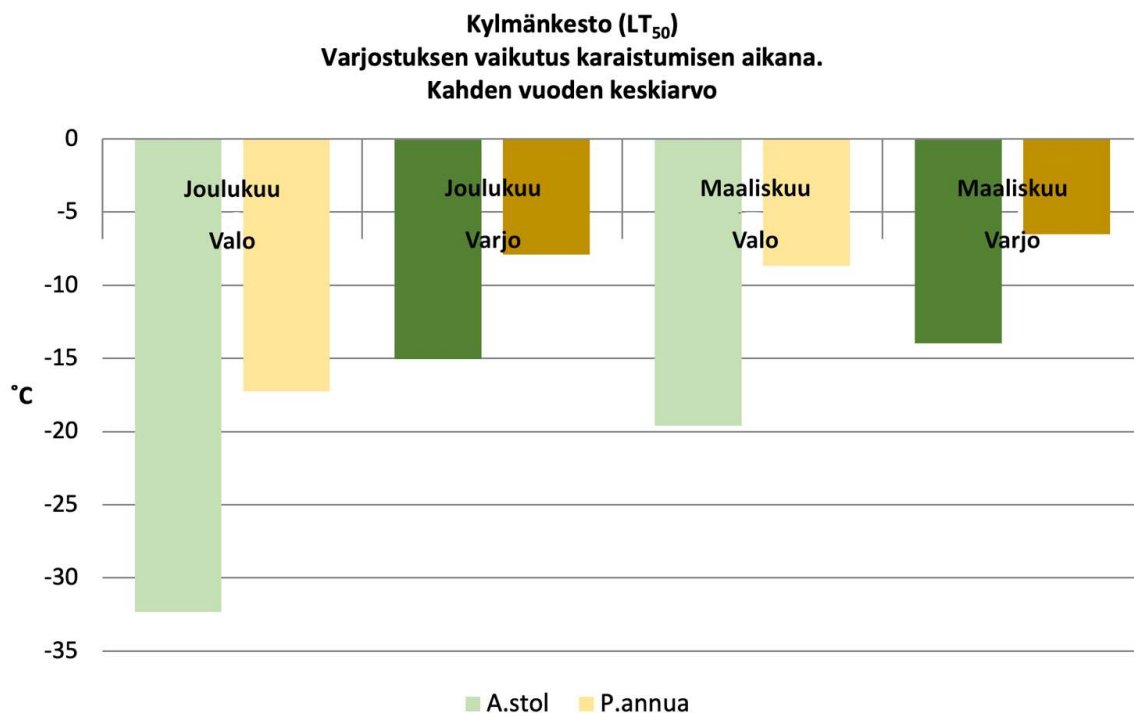
Lämpötila, ja vähemmässä määrin päivänpituus (ALAVIITE), ovat tärkeimmät signaalit kasvin karaistumiselle tai karaistumisen purkautumiselle. Jaksot, jolloin vuorokauden keskilämpötila on alle 5 °C ja erityisesti yölämpötilat alle 0 °C (Espevig ym. 2011, Acharya & Fei 2025), käynnistävät kasvun päättymisen ja karaistumisen. Varjostus kylmän karaistumisen aikana heikentää kylmänkestoa sekä rönsyröllin (*Agrostis stolonifera* L.) että kylänurmikan osalta (Dodson ym. 2018). Katso myös kuva 2.

Pohjoisella pallonpuoliskolla viileän ilmaston nurmikasvit saavuttavat yleensä parhaan mahdollisen karaistumisen tilan joulukuun lopulla tai tammikuussa (Dionne ym. 2001, Thorsen & Höglind 2010). Hiilihydraattien väheneminen (pimeyden, hapettomuuden, tautien ja muiden syiden vuoksi) sekä lauha sää talven aikana laskee karaistumisen tasoa (kuva 2). Lauhojen jaksojen jälkeen kasvit saattavat karaistua uudelleen jossain määrin, mutta ne harvoin saavuttavat saman tason kuin ennen karaistumisen purkautumista (Tompkins ym. 2000, Espevig, Höglind & Aamid 2014, Hoffman ym. 2014). Lue lisää karaistumisesta ja karaistumisen purkautumisesta STERFin tietosivuista [Karaistuminen ja talvistressit](#) sekä [Lämpimät jaksot talvella](#).



Kuva 1. Karaistunut ja jäätynyt kylänurmikkamatto. Useat tutkimukset (esim. Espevig ym. 2011, Acharya & Fei 2025) osoittavat, että jaksot pakkaslämpötilassa on välttämätön maksimaalisen kylmänkeston saavuttamiseksi. Kuva: James Bentley.

Lämpötila on yleensä tärkein signaali viileän ilmaston heinien kylmänkeston kehittymiselle, toisin kuin puiden ja pensaiden, jotka usein reagoivat päivänpituuteen. Tässäkin on kuitenkin eroja pohjoisiin ja eteläisiin olosuhteisiin sopeutuneiden lajikkeiden välillä (Malyshev ym. 2014, Dalmannsdottir ym. 2017, Kuva 2). Dalmannsdottir ym. (2017) ehdottivat, että jalostusohjelmissa tulisi ottaa huomioon myös päivänpituuden ohjaama kylmäkestävyys, jotta saataisiin kehitettyä talvenkestävämpiä monivuotisia heiniä, sillä toisin kuin lämpötila, päivänpituus ei muutu ilmastomuutoksen seurauksena.



Kaavio 2. Rönsyröllin (A.stol.) ja kylänurmikan (P.annua) kylmänkesto varjossa (30 % luonnonvalosta) verrattuna luonnolliseen syysvaloon NIBIO Apelsvollissa. Kylmäkestotestit tehtiin joulukuun alussa 2014 ja 2015 sekä maaliskuussa 2015 ja 2016.

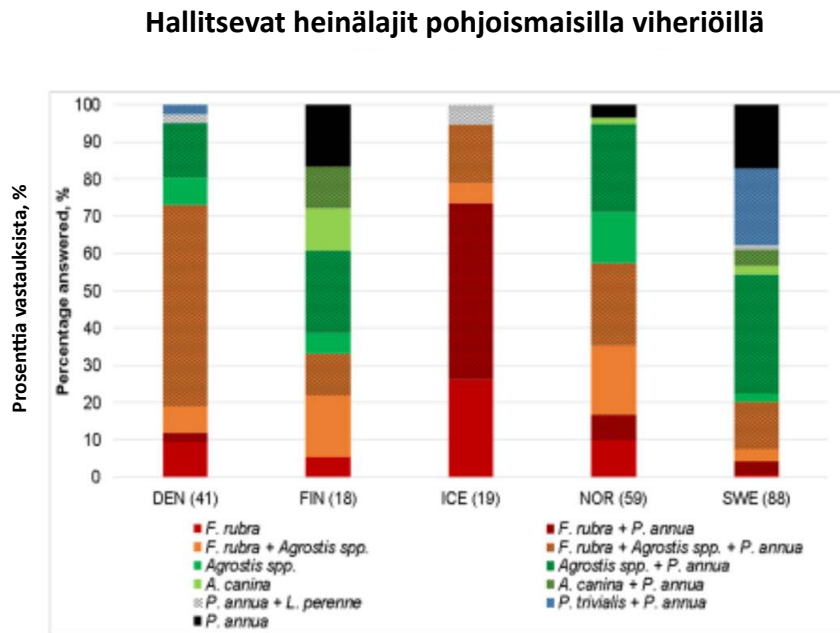
Karaistuminen talvistresseihin vaikuttaa paitsi nurmikasvien sietokykyyn abioottisia talvitekijöitä, kuten pakkasta, jääpeitettä ja kuivumista, vastaan mutta myös niiden vastustuskykyyn bioottisia tekijöitä, eli talvella aktiivisia tautteja kohtaan (Ergon ym. 1998, Kuwabara & Imai 2009).

Tronsmo ym. (2013) osoittivat, että luhtarölly (*Agrostis canina* L.) oli kasvukaudella alttiimpi lumihomeelle kuin rönsyrölly, mutta karaistuneena luhtarölly sietä lumihometta paremmin kuin rönsyrölly.



Kuva 2. Koeviheriö Gjemstadissa, Kaakkois-Norjassa (59°N), kylvetty erilaisilla punanadan (*Festuca rubra* L.) ja nurmiröllin (*Agrostis capillaris* L.) seoksilla. Oikealla seos alemmilla leveysasteilla peräisin olevista lajikkeista. Vasemmalla seos pohjoisiin oloihin Norjassa kehitetyistä lajikkeista. Kuva otettu 18. joulukuuta 2003. Kuva: Agnar Kvalbein.

POHJOISTEN ILMASTOJEN HEINÄLAJIT



Kaavio 3. Tiedot perustuvat pohjoismaisilla golfkentillä vuonna 2015 tehtyyn kyselyyn. Vastaajien määrä sulussa (Kvalbein ym. 2017).

Yleiskatsaus aiheeseen löytyy STERF:n oppaasta The Grass Guide 2015 – Amenity Turf Grass Species for the Nordic Countries. Tietosivu [Grass species and varieties for severe winter climates](#) (2024) tarjoaa tarkempaa tietoa. Kunkin lajin viheriöille ja väylille (lyhyeksi leikatulle nurmelle) tarkoitettujen lajikkeiden voidaan laittaa järjestykseen talvenkeston mukaan osoitteessa www.scanturf.org.

Golfkentillä käytetyt lajit

Pohjoismaisten golfkenttien viheriöillä kasvaa monia eri heinäkasvilajeja, ja maiden välillä on mielenkiintoisia eroja. Islannissa punanata (*Festuca rubra* L.) on vallitseva laji, kun taas muut maat käyttävät enemmän erilaisia röllilajeja. Koska talvenkestoltaan heikompi kylänurmikka (*Poa annua* L.) yleensä leviää itsestään, on tärkeää tietää viheriön todellinen lajikoostumus, eikä vain siemenseoksessa mainitut lajit. Vaikka kuva 3 perustuu kyselyyn viidessä Pohjoismaassa vuonna 2015, pidämme sitä yhä edustavana, lukuun ottamatta Suomea, josta saatiin vastauksia vain 18 golfkentältä (Kvalbein ym. 2017).

Väylien ja tiauspaikkojen heinäkasvilajeista ei ole vastaavaa dataa, mutta siementoimittajilta saadun tiedon mukaan yleisin väyläseos on punanata ja niittynurmikka (*Poa pratensis* L.). Englanninraiheinää (*Lolium perenne* L.) otetaan joskus mukaan Etelä-Ruotsissa ja Tanskassa, jotta kylänurmikka ja leveälehtiset rikkakasvit jäisivät kasvussa alakynteen, sekä kapeille kulkuväylille ja muille kulutuk-

selle alttiille alueille. Tiauspaikat perustetaan yleensä niittynurmikalla ja punanadalla, ja niitä paikkokylvetään englanninraiheinällä. Vain harvat, suuren budjetin golfkentät käyttävät viheriölajikkeita väylille ja tiauspaikoille.

Talvenkestävyys lajeittain

Lajit esitellään aakkosjärjestyksessä tieteellisten nimien mukaan, riippumatta siitä, soveltuvatko ne viheriölle, väylälle vai karheikkoon.

Luhtarölli (*Agrostis canina* L.)

Luhtaröllin talvenkestävyys oli pakkasenkestävyyden osalta sama (Espevig ym. 2011, Tronsmo ym. 2013) tai hieman heikompi (Espevig, Höglind & Aamlid 2014) kuin rönsyröllillä, mutta se kesti jääpeittoa paremmin (Waaen ym. 2017, Watkins ym. 2025). Tämä johtuu todennäköisesti oikealla tavalla karaistuneiden kasvien matalammas- ta hengitystasosta. Tässä vaiheessa luhtaröllin lumiho- meen kestävyys on sama kuin rönsyröllillä (Tronsmo ym. 2013). Luhtaröllillä on kuitenkin useita haittoja: erittäin ti- heä versominen aiheuttaa kuitukerroksen kertymistä ja vaikeuttaa viheriön dressausta (kuva 3), suuri alttius kas- vukauden aikana esiintyvälle *microdochium*-lumihomeelle (karaistumattomilla kasveilla, Tronsmo ym. 2013) sekä heikko uusiutumisen- ja toipumiskyky, jos vaurioita syntyy (Ebdon & DaCosta 2020).



Kuva 3. Erittäin tiheä luhtarölliviheriö. Kuva: Trygve S. Aamlid.

Suosittellemme STERF:n käsikirjaa [Potential for velvet bentgrass on Nordic golf greens](#), jossa käsitellään lajin hyötyjä ja haittoja.

Rajoitettu siementuotanto Pohjois-Amerikassa on tehnyt luhtaröllin siementen saatavuudesta Pohjoismaissa epävarmaa viime vuosina, mutta tilanne on hieman parantunut lokakuussa 2025. Talvenkestoltaan paras www.scanturf.org -sivustolla listattu lajike on 'Vesper'.

Nurmiröllä **(*Agrostis capillaris* L.)**

Tässä lajissa on vähemmän lajikkeita kuin rönsyröllillä, ja talvenkestävyyden vaihtelu on suurempaa. Gregos & Castler (2011) raportoivat, että yhdysvaltalaisilla nurmiröllin lajikkeilla oli kokonaisuutena parempi lumihomeen kestävyys kuin rönsyröllillä, mutta tämä ei vastaa SCANGREEN-lajikekokeiden tuloksia, joissa yleensä tulokset ovat päinvastaiset (esim. Aamlid, Thorvaldsson ym. 2012, Hesselsoe, Borchert, Aamlid ym. 2023). Britanniassa (BSPB/STRI, Bingley) huippusuoriutuvat lajikkeet, kuten 'Saulsbury' ja 'Charles', eivät sovellu Pohjoismaihin, koska ne ovat hyvin alttiita *microdochium*-lumihomeelle. Tanskalaiset lajikkeet 'Jorvik' ja 'Cleek' sekä etenkin pohjoisamerikkalaiset lajikkeet 'Heritage' ja erityisesti 'Puritan' ovat paremmin sopeutuneet pohjoisiin oloihin, ja ne edustavat hyvää kompromissia tiheän versomisen, hienojen lehtien ja hyväksyttävän talvenkeston välillä. Norjalainen lajike 'Leirin' kestää hyvin abioottisia talvivaurioita, mutta monen kentänhoitajan mielestä sen versotiheys ja

lehtien hienous eivät riitä viheriökäyttöön (www.scanturf.org).

Rönsyröllä **(*Agrostis stolonifera* L.)**

Rönsyröllä on tärkein viimeisen ilmaston nurmilaji golfkenttien viheriöillä Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa, ja markkinoille tulee uusia lajikkeita lähes vuosittain. Pohjois-Amerikassa golfkentillä käytetään yleisesti rönsyröllää myös väylillä, joita leikataan 8–10 mm korkeuteen, mutta tämä on melko kallis käytäntö, joka on omaksuttu vain harvoilla kentillä Pohjoismaissa. Rönsyröllin jalostajat sisällyttävät yleensä taudinkestävyyden ja stressinsietokyvyn jalostusohjelmiinsa, mutta *microdochium*- ja *Typ-hula*-lumihomeiden kesto ei yleensä ole yhtä tärkeä jalostustavoite kuin lanttilaikun (*Clarireedia* sp.) vastustuskyky.

Verrattuna muihin viimeisen ilmaston nurmikasveihin on rönsyröllä yleensä ykkönen pakkasenkestävyydessä. Waalen ym. (2017) arvioivat sen myös toiseksi parhaaksi jääpeiton kestävydessä, heti luhtaröllin jälkeen. On kuitenkin olemassa uusi raportti, jossa rönsyröllistä mitattiin nopeampi hapen loppuminen jäädytetyissä olosuhteissa kuin punanadasta (+0,5°C, Hesselsoe ym. 2025), ja tämä havainto vahvistettiin osittain myös kenttäkokeissa Minnesotassa (Watkins ym. 2025). Hesselsoe ym. (2025) totesivat vanhan 'Penncross'-lajikkeen kestävänsä jääkuorta paremmin kuin uudet tiheimmät lajikkeet. Paras kompromissi nurmen laadun ja yleisen talvenkestävyyden välillä viimeisimmässä SCANGREEN-testissä oli 'L93XD'.



Kuva 4. SCANGREEN-lajikekoe NIBIO Apelsvollissa, pohjoisella ilmastovyöhykkeellä. Oikealla rönsyrölliä, vasemmalla punanataa. Nimeämättömät ruudut keskellä ovat norjalaisia punanadan ja nurmirölliin kantoja. Kuva otettu toukokuussa 2008. Kuva: Bjørn Molteberg.

Nurmilauha (*Deschampsia caespitosa* L.)

Tämä on markkinoiden talven- ja *microdochium*-lumiho-
meen kestoisimpia lajeja. Olemme havainneet kotoperäis-
ten kantojen selviytyneen ainoana lajina pahasti talvivau-
rioituneilla (usein huonosti ojitetuilla) väylillä. Nurmilau-
haa on suositeltu varjoisille nurmille, mutta se ei sovellu
tiiauspaikeille eikä jalkapallostadioneille rajoitetun kulu-
tuskestävyyden ja heikon uusiutumiskyvyn vuoksi. Joilla-
kin kentillä, joissa nurmilauhaa kylvettiin karheikkoon ja
viheriöiden reunoille, kohdattiin ongelmia, koska laji
muodosti tiheitä tuppaita ja pelattavuus kärsi merkittävästi.

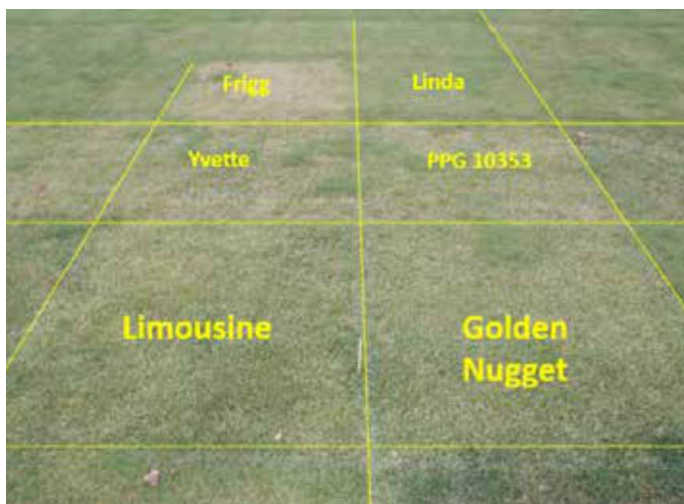
Jäykkänäta (*Festuca brevipila* Tracey) ja lampaannata (*Festuca ovina* L.)

Näitä hienolehtisiä, mutta hitaasti kasvavia lajeja on pe-
rinteisesti käytetty karheikoissa, tienpientareilla ja muilla
vähäisen hoidon alueilla, erityisesti kuivissa olosuhteissa
ja niukkaravinteisilla mailla. Molemmat, ja erityisesti lam-
paannata, itävät hitaasti ja kestävät kulutusta huomattavasti
kuin punanadan kolme alalajia. Jäykkänädan ja lampaan-
nadan talvenkestävyydestä Pohjoismaissa on vain vähän
tutkimustietoa, mutta yhdysvaltalaiset tutkimukset ovat
osoittaneet, että molemmat, ja erityisesti jäykkänäta,
kestävät *microdochium*-lumihoetta, harmaata lumiho-
meita (Koch ym. 2024) ja jääpeittoa paremmin kuin puna-
nata (E. Watkins, henk. tied., joulukuu 2025). Kuten puna-
nata, myös jäykkänäta ja lampaannata häviävät nopeasti
kilpailussa kosteilla mailla. Viime vuosina kiinnostus näi-
hin lajeihin on kasvanut, koska ne kestävät paremmin
lanttilaikkua ja säilyttävät vihreyden pidempään pitkäkes-
toisessa ja ankarassa kuivuudessa. Näiden syiden vuoksi
tutkijat ovat kokeilleet jäykkä- ja lampaannadan lisäämistä
väyläseoksiin, mutta menestys on ollut toistaiseksi rajallis-
ta (esim. Reiter ym. 2017). Toisin kuin ruokonadanalla,
jäykkänädalla ja lampaannadalla ei ole laajaa juuristoa,
emme tiedä, kestävätkö ne kevätauringon, pakkasen ja
kuivattavan tuulen yhdistelmää paremmin kuin punana-
dat.

Punanata (*Festuca rubra* L.)

Jaamme tämän lajin kolmeen alalajiin kromosomiluvun
sekä rönsyjen olemassaolon ja pituuden perusteella. Puna-
nata (*F. rubra* ssp. *rubra*) on kotoisin Pohjois-Skandina-
viasta, ja paikalliset genotyypit ovat hyvin sopeutuneet
kylmiin talviin. Norjalaisella lajikkeella 'Frigg' on erin-
omainen talvenkestokyky, mutta tämä näkyy ruskehtavana
ja melko tylsänä talvivärinä (Kuva 5). Samoin kuin muilla
rönsyävillä natalajikkeilla, ei 'Friggin' versotiheys ole
riittävä viheriöille, mutta se on hyvä vaihtoehto väyliä ja
puolikarheikoiden siemenseoksiin kylmissä talviolosu-
hteissa.

Puistonata (*F. rubra* ssp. *commutata*) ei muodosta rönsyjä,
mutta kasvusto on tiheämpää kuin punanadalla. Se kasvaa
luonnonvaraisena Tanskassa ja Etelä-Ruotsissa, missä sitä
on pidetty yleensä kylmänkestävämpänä kuin punanataa
ja etelännataa (*F. rubra* ssp. *littoralis*), joista viimeksi mai-



Kuva 5. Punanadan 'Frigg', puistonadan 'Linda' ja neljän
niittynurmikkalajikkeen värit lajikekokeessa (leikkuukorkeus 30 mm)
marraskuussa NIBIO Landvikissa. Kuva: Trygve S. Aamlid.

nittu on enemmän rannikkoalueille sopeutunut laji (Pettersen 1981). Alkuvaiheen SCANGREEN-kokeissa puistonadan ja etelännadan erilainen sopeutuminen ilmeni usein etelännadan vähemmän lepotilaisena talvivärinä sekä runsaampina *microdochium*-tartuntoina ja suurempina kokonaisvaurioina (esim. Aamlid, Thorvaldson ym. 2012). Kuitenkin pohjoismaisten nurmilajikokeiden 20 vuoden aineistossa (leikkuukorkeus 15–35 mm) Aamlid & Gensollen (2014) osoittivat, että *microdochium*-keston geneettinen kehitys oli ollut parempaa etelännadassa kuin puistonadassa, ja tämä on vahvistettu myös viimeisimmässä SCANGREEN-testikierroksessa, jossa kahden alalajin keskimääräisissä arvosanoissa ei ollut juurikaan eroa, mutta lajikkeiden välillä oli merkittäviä eroja sekä talvivärissä, *microdochium*-tartunnoissa että kokonaisvaurioissa (Hesselsøe, Borchert, Aamlid ym. 2023). Pohjois-Amerikassa puistonataa on pidetty hienolehtisistä nadoista yleensä vähiten lumihometta kestäväenä (sekä *Typhula*- että *microdochium*-homeen osalta) (Braun ym. 2020, Koch ym. 2024). Viime aikoina Watkins ym. (2025) ovat myös havainneet etelännadalla olevan paremman jäänkestokyvyn kuin puistonadalla.

Pohjoismaisten golfkenttien viheriöille nykyinen suosituksemme on eteläisellä ilmastovyöhykkeellä käyttää 50/50-siemenosesta puistonataa ja etelännataa (Kuva 1), mutta pohjoisella ilmastovyöhykkeellä puistonataa painottavaa seosta (75/25) (Aamlid, Hesselsøe & Pettersen 2025). Mukana tulisi olla aina vähintään kaksi parhaiten arvioitua lajiketta kummastakin alalajista (ks. www.scanturf.org).

Punanata on vähäravinteinen nurmikasvi, mikä tarkoittaa, että lannoitustarve on 50–70 % verrattuna rönsyrölliin ja kylänurmikkaan. Tämä pätee myös syyslannoitukseen. Vaikka kevätkasvu parani merkittävästi, kun punanata sai

myöhäisen typpilannoituksen ennen talvea (Kvalbein & Aamlid 2012), suosittelemme, että 2/3 vuotuisesta typpimäärästä annetaan viheriöille kasvukauden ensimmäisellä puoliskolla (Chen ym. 2024).

Punanata kestää lumihometta selvästi paremmin kuin röllit (Gregos & Casler 2013). Tämän vuoksi se sijoittuu usein korkeammalle talvenkestossa kuin röllit SCANGREEN-kokeissa, joissa ei käytetä sienitautien torjunta-aineita. Kuitenkin myös punanata voi saada *microdochium*-tartunnan, erityisesti jos kasvi ei ole karaistunut.

Punanadan pakkasenkesto suojaamattomilla viheriöillä on heikompi kuin rönsyröllillä (Espevig, Höglind & Aamlid 2014, Waalen ym. 2025). Perinteisesti sitä on pidetty myös vähemmän kestäväenä jääpeitteitä vastaan kuin rönsyrölli (Waalen ym. 2017), mutta viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että punanata kestää äärimmäisen hapettomat jääolosuhteet samalla tasolla (Waalen ym. 2025) tai jopa paremmin (Hesselsøe ym. 2025, Watkins ym. 2025) kuin rönsyrölli. Väylillä ovat punanadan lajikkeet, pois lukien ‘Frigg’, yleensä vähemmän talvenkestäviä kuin niittynurmikka, varsinkin jos väylä on huonosti ojitettu (Espevig, Kvalbein & Aamlid 2014).

Ohjeita punanadan hoitoon ja keskustelua nata/röllit -seoksista löytyy STERFin oppaasta [Red fescue management](#) (2016).

Ruokonata (*Schedonorus arundinaceus* (Schreb.) Dumort., syn. *Festuca arundinacea*)

Ruokonadalla on syvä juuristo, mikä antaa sille paremman kuivuudenkestävyyden kuin millään muulla viileän ilmaston nurmikasvilla. Perinteisesti sitä on käytetty kotipihoil-



Kuva 6. Englanninraiheinän (4 riviä vasemmalla), niittynurmikan (1,5 riviä keskellä) ja juolavehnän (2,5 riviä oikealla) lajikekoe Landvikissa 2.4.2016. Kuva:Trygve S. Aamlid.

la Etelä-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa, mutta viime aikoina kiinnostus lajiin on kasvanut myös Pohjois-Euroopassa sen erinomaisen kuivuudenkeston vuoksi. Monet jalostusyritykset panostavat tällä hetkellä voimakkaasti ruokonataan, jotta voitaisiin parantaa sen heikkouksia, kuten hidasta taimettumista, karheaa lehtitekstuuria ja rajallista kulutuksenkestävyyttä. Jotta lajista tulisi vaihtoehto (puoli)karheikkoihin tai jopa väylille Pohjoismaiden eteläisen ilmastovyöhykkeen golfkentillä, tarvitaan myös parempaa microdochium-lumihomeen ja muiden talvistressien kestoja. Toistaiseksi on ruokonadan kokonaistalvenkestokyky ollut pääosin heikompi kuin englanninraiheinän lajikekokeissa Landvikissa, Etelä-Norjassa (Kuva 6). Pohjois-Amerikan pohjoisosissa ruokonata on yleensä altis lumihomeelle, mutta kestää paremmin muita talvistressitekijöitä kuin englanninraiheinä (E. Watkins, henk. tied., joulukuu 2025).

Englanninraiheinä (*Lolium perenne* L.)

Englanninraiheinän talvenkestävyys viheriöillä ja väylillä on arvaamaton pohjoisella ilmastovyöhykkeellä, mutta etelässä se on yleensä melko kestävä. Englanninraiheinän pakkasensietoa nurmilajikkeilla on jalostettu jo pitkään (esim. Hulke ym. 2008, Iraba ym. 2013, Vossen 2023), mutta kokonaisvaltaisen talvenkestävyyden geneettinen kehitys eurooppalaisissa lajikekokeissa oli ainakin vuoteen 2010 asti rajallista (Aamlid & Gensollen 2014). Nykyisin englanninraiheinän genomi on kartoitettu perusteellisemmin kuin minkään muun nurmikasvilajin (Vines ym. 2023), ja tämän toivotaan johtavan parempiin talviominaisuuksiin tulevaisuudessa. Tetraploidiset nurmilajikkeet edustavat kehitystä talvitautilien kestossa (Kuva 7), mutta epäilemme, ettei vastaavaa etua saataisi abioottisia talvivaurioita vastaan, koska tetraploidisilla lajikkeilla on suu-remmat ja mehevämmät solut.



Kuva 7. Monivuotisen raiheinän tetraploidinen lajike 'Fabian' (vasen rivi, nro 2 alhaalta) on vähemmän altis microdochium-lumihomeelle kuin diploidit lajikkeet. Lajiketestausta Landvikissa keväällä 2018. Kuva: Trygve S. Aamlid.

Piennartähkiö (*Phleum bertolonii* DC.)

Kokemuksemme piennartähkiöstä ovat hyvin rajalliset, sillä vain yhtä lajiketta tästä nurmitähkiölajista on testattu ensimmäistä kertaa SCANGREEN-hankkeessa vuosina 2023–2026. Lokakuuhun 2025 mennessä talvehtiminen on ollut hyvää eikä eteläisellä ilmastovyöhykkeellä ole esiintynyt microdochium-lumihometta, mutta pohjoisessa piennartähkiö on kärsinyt enemmän kokonaisvaltaista talvituhhoa kuin punanata ja röllit.

Kylänurmikka (*Poa annua* L.)

Tämä kylvämätön mutta geneettisesti joustava ja erittäin sopeutumiskykyinen laji on todennäköisesti yleisin heinä golfkentillä Pohjois-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Kanadalaiset tutkijat havaitsivat, että talvenkestävimmät genotyytit olivat peräisin alueilta, joilla talvisää vaihtelee, eivät kylmemmiltä sisämaa-alueilta, joilla lumi peittää maan pysyvämmiin (Dionne ym. 2001, 2011). Tästä huolimatta kylänurmikka luokitellaan yleensä vähiten talvenkestäväksi lajiksi urheilu- ja golfkentillä. Se on erittäin altis lumihomeille, sen pakkasenkestävyys on alhaisempi kuin röllien ja natojen, eikä se yleensä selviä hengissä yli 30–45 päivää kestävästä jääpeiton alta (Tompkins ym. 2004, Aamlid ym. 2009, Schmid ym. 2010, Waalen ym. 2025). Matalan juuriston vuoksi on veden saanti kevään kuivina kausina niukkaa. Kylänurmikkaviheriöt, joiden laatu keväällä olisi hyväksyttävä, ovat harvinaisia Pohjois-Skandinaviassa, ja tehokkaiden sienitautien torjunta-aineiden käyttö on välttämätöntä hyvän kevätkunnon saavuttamiseksi myös eteläisellä ilmastovyöhykkeellä.

Kylänurmikka tuottaa ainoana heinäsiementä viheriön leikkauskorkeudessa. Koska osa siemenistä on lepotilassa, muodostaa laji yleensä runsaan siemenpankin (Thompson & Grime 1979). Kylänurmikka, samoin kuin englanninraiheinä, itää alemmissa lämpötiloissa kuin muut viheriöillä käytettävät lajit. Nämä ominaisuudet tekevät lajista valtaavan, mikä tarkoittaa, että kylänurmikan osuus kasvaa yleensä aina, kun viheriö kuolee talvihuojen seurauksena. Tämän vuoksi on tärkeää välttää hoitotoimenpiteitä, jotka suosivat kylänurmikkaa. Tämä opas ei käsittele kylänurmikan hallintaa, mutta tärkeimmät seikat olisivat:

- Vältä viheriön pinnan mekaanista häirintää
- Pidä kasvualusta kuivana
- Rajoita lannoitusta, erityisesti kasvukauden alku- ja loppupäässä, jolloin kylänurmikka on vahvimillaan (Chen ym. 2024)

On kuitenkin huomioitava, että tiukka näiden suositusten noudattaminen voi aina vaarantaa kylänurmikkapitoisen viheriön pelattavuuden antraknoosin (*Colletotricum graminicola*) ja siementen muodostuksen vuoksi. Siksi kylänurmikan vähentäminen vaatii tarkkaa tasapainottelua.

Kahta Minnesotasta peräisin olevaa kaupallista kylänurmikkalajiketta, 'True Putt' ja 'Two Putt', on testattu SCANGREEN-kokeissa. Valitettavasti kumpaakaan ei voida suositella. Kentänhoitajien, jotka haluavat kylänurmikkaa viheriöilleen, kannattaa ennemmin ylläpitää ja ke-

hittää paikallisia ekotyyppejä. Uusia kylänurmikkaviheriöitä voidaan perustaa ottamalla kasvustoa naapuriviheriöistä pystyleikkuun tai holkituksen yhteydessä.

Niittynurmikka (*Poa pratensis* L.)

Varhaisissa tutkimuksissa havaittiin, että niittynurmikka leikattuna 37,5 mm korkeuteen ja lannoitettuna 35 kg N/ha/vuosi kesti jääpeitettä paremmin kuin kylänurmikka, jota hoidettiin 12,5 mm leikkuukorkeudella ja 70 kg N/ha/vuosi, mutta huonommin kuin rönsyrölli, jota hoidettiin 5 mm leikkuukorkeudella ja 140 kg N/ha/vuosi (Beard 1964, 1965). Tästä huolimatta pohjoismaisissa lajikekokeissa niittynurmikan talvehtimisessä ei yleensä ole ollut ongelmia 15–35 mm leikkuukorkeudella (kuvat 5 ja 6). Joissakin tapauksissa olemme jopa löytäneet elossa olevia niittynurmikan kasveja muuten talvituhoisilta viheriöiltä.

Niittynurmikka on ilmeinen valinta siemenseoksiin pohjoismaisille väylille ja tiiauspaikeille. Viimeisen kymmenen vuoden ajan se on myös ollut mukana SCANGREEN-kokeissa 5 mm leikkuukorkeudella. Täällä se selviää yleensä ensimmäisistä kahdesta tai kolmesta talvesta, mutta pelattavuutta karkeilla, jäkillä ja pystyillä lehdillä ei ole mitattu.

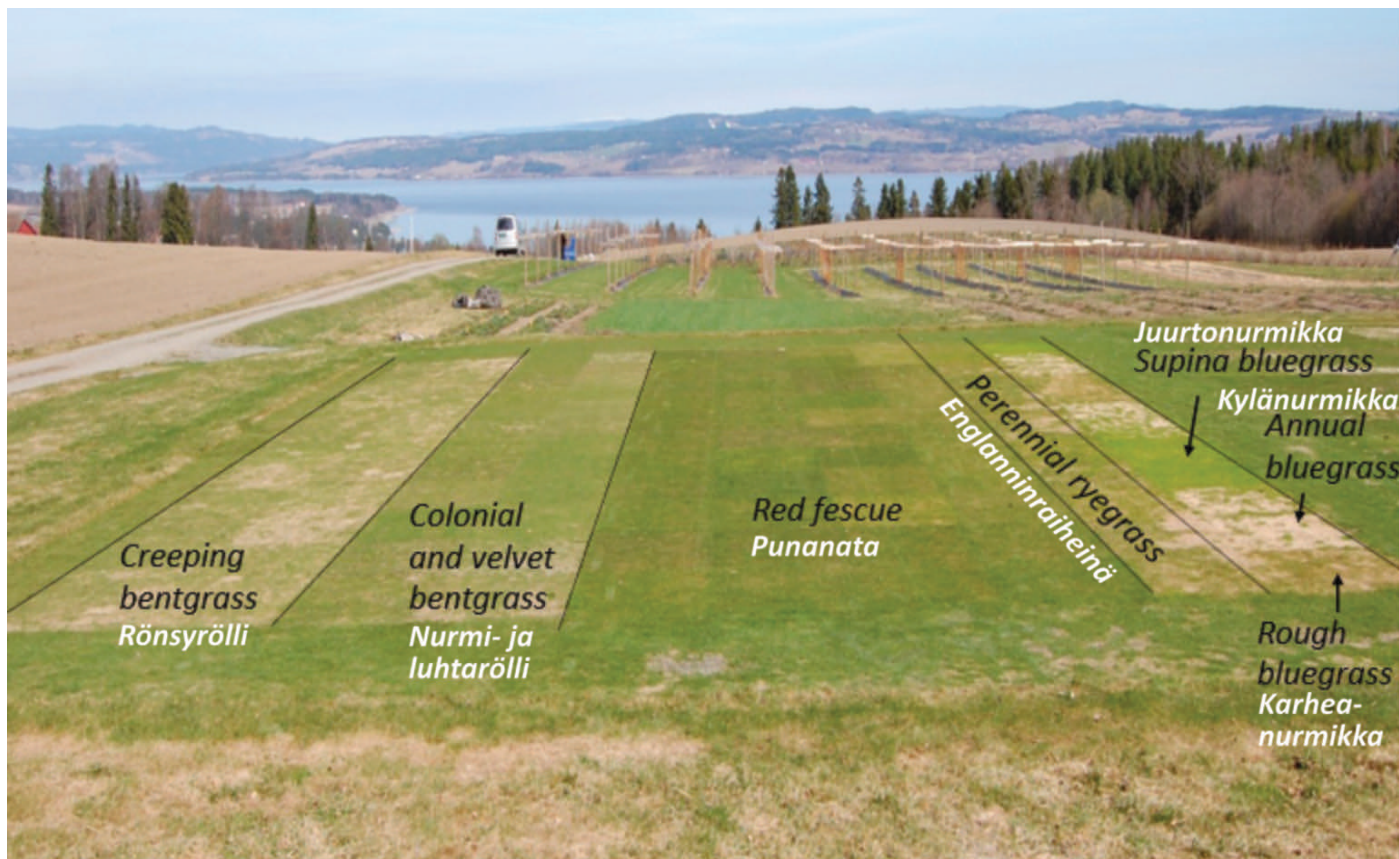
Hitaan itämisen vuoksi niittynurmikka harvoin vakiintuu, jos sitä lisätään olemassa olevaan nurmeen (Aamlid ym. 2012). Niittynurmikkavaltainen siirtonurmi voi olla vaihtoehto bunkkereiden reunoihin ja alueille, jotka ovat alttiita eroosiolle.

Juurtonurmikka (*Poa supina* Schrad.)

Tämä varjoa ja kulutusta kestävä laji sietää myös talvi-stressiä erinomaisesti (Stier ym. 2003). Se kasvaa aggressiivisesti, ja melko karkeat, vaaleanvihreät kasvit leviävät helposti alueille, joille niitä ei haluttaisi. Siksi suosittelimme tätä lajia vain erityistapauksiin, kuten suljetuille jalkapallokentille sekä eristetyille ja varjoisille tiiauspaikeille. Suomalaisten kokemusten mukaan juurtonurmikka voi korvata kylänurmikan viheriöllä, joilla talvikuolemia esiintyy säännöllisesti (Hakamäki 2014), ja tämän ovat vahvistaneet SCANGREEN-lajikekoeket Apelsvollissa (Kuva 8).

Karheanurmikka (*Poa trivialis* L.)

Beardin (1966) jäätymistestien perusteella karheanurmikka on yhdysvaltalaisissa oppikirjoissa usein arvioitu yhdeksi kylmänkestävimmistä heinistä – vain rönsyrölli pärjää paremmin. Pohjoismaiset kokeet eivät kuitenkaan ole vahvistaneet näitä tuloksia (Kuva 8), ja yleensä luokittelemme sen hieman talvenkestävämmäksi kuin englanninraiheinän. SCANGREEN-kokeissa, etenkin eteläisellä ilmastovyöhykkeellä, karheanurmikan puhdaskasvustot ovat usein harvakasvuisia ja väriltään violetin- tai lähes ruskeanvivahteisia, vaikka tämä on vähemmän havaittavaa seoksissa rönsyröllin ja muiden lajien kanssa. (Katso seuraava kappale karheanurmikan käytöstä istutuksissa.)



Kuva 8. SCANGREEN-koe NIBIO Apelsvollissa keväällä 2013. Juurtonurmikka talvehti paremmin kuin kylänurmikka ja karheanurmikka. Kuva: Trygve S. Aamlid.

TALVITAUTIEN HALLINTA



Kuva 9a-d. Lumihomeita heti lumen sulamisen jälkeen. Kuvat: Tatsiana Espevig

Kasvien puolustautuminen

Viimeaikainen kasvien geneettinen tutkimus on tuonut uusia näkemyksiä kasvien ja sienten väliseen monimutkaiseen taisteluun. Kasvit pystyvät tunnistamaan tunkeutuvat sienet ja aktivoimaan useita puolustusjärjestelmiä, kuten vahvistamaan soluseiniään ja tuottamaan taudinaiheuttajille myrkyllisiä yhdisteitä. Sienet puolestaan kykenevät usein ohittamaan nämä puolustuskeinot. Kasvitieteilijät ovat yhtä mieltä siitä, että sokerit ovat tärkeitä tässä kasvin ja sienen välisessä kamppailussa, ja monet kentänhoitajat tuntevatkin roolinsa "hiilihydraattien hallitsijoina". Pidämme tätä lähestymistapaa hyödyllisenä, sillä se auttaa ymmärtämään joitakin havaintojamme golfviheriöillä.

Horsfall & Dimond (1957) erottelivat niin sanotut "matalasokeriset taudit" ja "korkeasokeriset taudit". He osoittivat, että matalasokerisilla kasveilla on suurempi alttius tiettyille taudeille, ja käyttivät *Fusarium*-lumihometta (nykyinen nimi *Microdochium*) esimerkkinä matalasokerisesta taudista. Vastaavasti ruoste (*Puccinia* sp.) ja härmä (*Blumeria graminis*) olivat esimerkkejä korkeasokerisista taudeista.

Vaikka kasvin sokeritilanteen ja talvitautilien välistä vuorovaikutusta ei täysin tunneta, on osoitettu, että vastustuskyky lumihomeita vastaan lisääntyy, kun kasvisolukossa on enemmän sokereita (Vanderplank 1984, Gaudet et al. 1999), ja että tämä sokeripitoisuus kohoaa kylmäkaraistumisen seurauksena (Tronsmo et al. 2001). Kylmänkestävät kasvilajit ja -lajikkeet, joiden sokeripitoisuus on korkea, kestävät yleensä hyvin lumihomeita. Lisäksi lumihomaiden vastustuskykyyn vaikuttaa paitsi sokereiden koko-

naismäärä, myös varastohiilihydraattien — fruktaanien — määrä (ks. seuraava kappale) sekä hitaampi sokeriaineenvaihdunta vastustuskykyisimmissä lajeissa ja lajikkeissa (Yoshida et al. 1997, Gaudet et al. 1999; Bertrand et al. 2011).

Fotosynteesin tuottama sakkaroosi toimii kasvien kasvun ja selviytymisen pääenergianlähteenä. Sakkaroosista voidaan muodostaa muita sokereita tai sitoa niitä ketjuiksi selluloosaksi, fruktaaneiksi, tärkkelykseksi sekä monimutkaisemmiksi yhdisteiksi, kuten ligniiniksi. Fruktaanit muodostavat tärkeimmät pitkäaikaiset energiavarastot lauhkean vyöhykkeen heinäkasveilla (Smith 1972). Sakkaroosin ja fruktaanien suhde heinäkasveilla on dynaaminen ja riippuu fotosynteesin ja kasvun nopeudesta. Kun fotosynteesiä ei tapahdu lumen alla, fruktaanit muunnetaan takaisin sakkaroosiksi, jotta energiaa riittäisi hengitykseen ja puolustautumiseen lumihomeita vastaan.

Sakkaroosi ei ainoastaan tuota energiaa, vaan toimii muiden sokereiden kanssa myös tärkeänä suojana jäätymisvaurioita vastaan (Olien 1967, Anchordoguy et al. 1987). Se toimii säätelijänä ja viestinvälittäjänä (Rolland et al. 2006, Ruan 2014), aktivoiden geenejä, jotka käynnistävät kasvin puolustusjärjestelmän (Morkunas & Ratajczak 2014, Moghaddam & van den Ende 2012). Kun sieni tunkeutuu kasvisoluun, solusta tulee taistelukenttä. Energian nopea siirto taisteluun on ratkaisevaa, ja naapurisolujen vesiliukoisten sokereiden pitoisuus on tärkeä. Kasvit, joissa sokeria on vähän, häviävät tämän taistelun.

Alhainen sokeripitoisuus voi johtua monesta syystä. Varjostus vähentää selvästi sokerintuotantoa, kun taas hapen-

puute maassa (tiivistymisen, kuitukerroksen, huonon kuivatuskyvyn tai jääpeiton vuoksi) saa juurisolut käyttämään sokerin tehottomammin anaerobisen hengityksen kautta. Liika typpi, erityisesti loppukesällä ja syksyllä, kiihdyttää kasvua ja ohjaa sokerit uusien solujen tuotantoon ja pituuskasvuun varastoinnin sijaan.

Kylmäkaraistumisen aikana heinäkasvien kasvu lähes pysähtyy, jolloin sokerit pääsevät kerääntymään soluihin. Tämä lisää niiden vastustuskykyä talvisienitauteja ja muita stressitekijöitä vastaan kylmänä vuodenaikana.

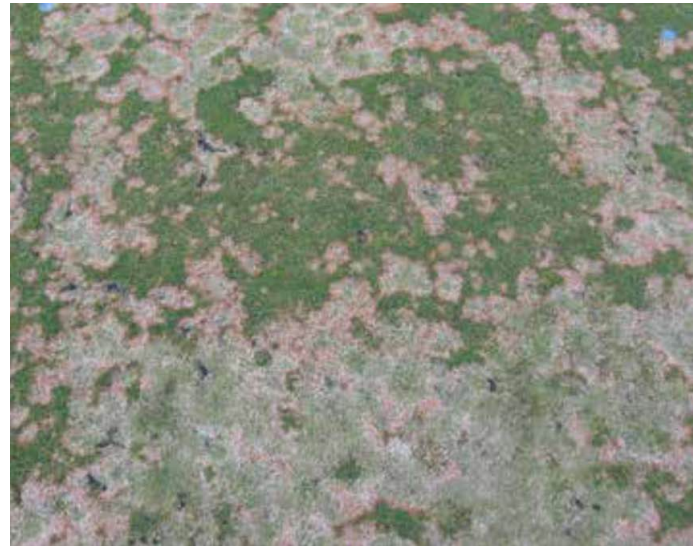
Yleisimmät talvitaudit

Jotkin sienet ovat aktiivisia alhaisissa lämpötiloissa ja voivat hyökätä kasveihin kosteassa mikroilmastossa lumen alla. Näitä taudinaiheuttajia kutsutaan yleisesti **lumihomeiksi**, sillä ne jättävät usein valkoista rihmastoa nurmelle lumen sulettua (Kuva 9). Osa näistä sienistä voi olla aktiivisia myös ilman lunta.

On hyvä muistaa, että myös muut sienet kuin tässä kuvattut voivat hyökätä kasveihin matalissa lämpötiloissa. Lumihomeita pidetään heikkoina taudinaiheuttajina, eli ne ovat pääasiassa aktiivisia, kun kilpailua muiden sienien puolelta on vähän tai ei lainkaan.

Microdochium-lumihome

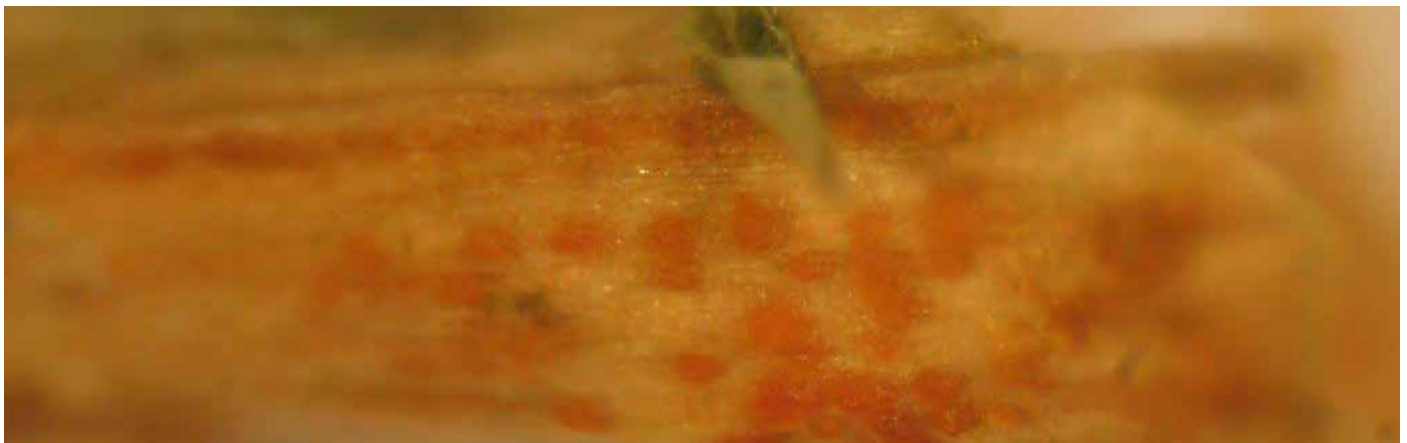
Microdochium-lumihometta aiheuttaa *Microdochium nivale* (nimeltään *Fusarium nivale* vuosina 1901–1983), ja se on taloudellisesti merkittävin nurmitauti Pohjoismaissa (Tronsmo et al. 2001, Kvalbein et al. 2017, Melbye 2019). Toisin kuin muut lumihomeet, se voi hyökätä nurmeen



Kuva 10. *Microdochium*-hometta kylänurmikassa Landvikissa keväällä 2017 leudon talven jälkeen, jolloin oli kuusi lyhytaikaista lumisadetta. Kuva: Tatsiana Espevig.

myös ilman lumipeitettä. Kosteina ja viileinä jaksoina, jopa kesällä ja tyypillisesti syksyllä, *microdochium*-home voi pilata viheriöiden pelikunnon. Hyvin lannoitettu ruoho voi kärsiä massiivisista tautiesiintymistä keväällä, jopa yli 10 °C lämpötiloissa.

Lumen sulamisen jälkeen *microdochium*-homelaikkujen keskusta on usein ruskeankeltainen ja reunat punaruskeat tai jopa pinkit (Kuva 10). Tämä johtuu siitä, että *M. nivale*-sienen itiöt kehittyvät itiöpesäkkeissä, jotka ovat oransseja (Kuva 10). "Pinkki lumihome" on näiden "kevään oireiden" nimitys.



Kuva 11a-c. *Microdochium nivale* -sienen sporodochiat kylänurmikan lehdillä (vasen ylhäällä ja alhaalla) ja *M. nivale* -itiöt 400-kertaisessa suurennoksessa (oikea ylhäällä). Kuvat: Tatsiana Espevig.

M. nivale hyökkää kaikkien viheriöillä käytettyjen heinäkasvilajien kimppuun. Kylänurmikka on herkin, sen jälkeen tulevat niittynurmikka, rönsyröllit ja punanata (Kuva 12). Luhtarölli on kasvukaudella altis, mutta kylmäkäsitelyn jälkeen syksyllä siitä tulee vastustuskykyisempi kuin rönsyröllistä (Tronsmo et al. 2013).

M. nivale leviää itiöiden avulla, mutta sieni voi selviytyä kuitukerroksesta ja hyökätä ruuhoon kasvavan rihmaston avulla. Kuitukerroksesta leviävät itiöt ovat todennäköisesti tärkein tartuntalähde (Tronsmo et al. 2001). Tämä selittää, miksi joillain viheriöillä tautipaine on muita suurempi. Varjostus tai suurempi kylänurmikan osuus lisää *microdochium*-homeen riskiä.

Microdochium on tyypillinen matalasokeritauti. Loppukesän korkeat maaperän lämpötilat lisäävät typen minerialaatiota kuitukerroksesta, kiihdyttävät kasvua ja alentavat kasvisolujen sokeripitoisuutta. Kaste ja kosteat lehdet, jotka mahdollistavat itiöiden itämisen, luovat yhdessä täydelliset olosuhteet *microdochium*-homeen kehittymiselle. Liiallinen typpilannoitus syksyllä pahentaa tautia. Katso seuraava luku lannoituksesta.



Kuva 12a-d. *Microdochium*-homelaikku kylänurmikassa heinäkuussa 2011 (vasen ylhäällä) ja marraskuussa 2018 (oikea ylhäällä), punanadassa lokakuussa 2013 (vasen alhaalla) ja luhtarölliissä lokakuussa 2007 (oikea alhaalla). Kaikki kuvat NIBIO:n nurmitutkimuskeskuksesta Landvikista. Kuvat: Tatsiana Espevig.

Typhula-lumihomeet

Typhula-suvun aiheuttamat lumihomeet ovat usein pinnallisia, eli ne tappavat vain ruohon lehdet. Kasvupiste voi kuitenkin vaurioitua, ja nurmi voi kuolla alueilla, joissa lumipeite kestää pitkään. *Typhula*-lumihomeet ovat lumi-riippuvaisia ja vaurion vakavuus riippuu lumipeiton keston pituudesta (Årsvoll 1973). *Typhula ishikariensis* (mustapahkulasieni) tarvitsee vähintään kolme kuukautta lumipeitettä aiheuttaakseen merkittävää tuhoa. *Typhula incarnatan* (ruskopahkulasieni, harmaa lumihome) lumi-vaatimus on pienempi, ja sklerootioita voi muodostua jo kolmen viikon lumipeiton jälkeen (Kuva 13). Norjan etelärannikolla Landvikissa (vaihtelevat talvet, usein vain muutama viikko lumipeitettä) havaitaan usein *T. incarnatan* pinnallisia hyökkäyksiä raiheinällä ja rönsyröllillä, mutta *T. ishikariensis* ei ole havaittu. Molempia *Typhula*-lajeja tavataan Apelsvollissa.

Typhula-lajeille yhteistä on, että ne muodostavat keväällä

harmahtavia laikkuja (Kuva 13). Niiden erottaminen kentällä voi olla vaikeaa, ellei löydy sklerootioita (sienen muodostama tiivis rihmastomassa, jolla se selviää kesän yli). Sklerootiot ovat *T. incarnatalla* punaruskeita (Kuvat 14, 15) ja *T. ishikariensiksellä* lähes mustia ja pienempiä, ja ne ovat upoksissa kuolleiden lehtien seassa keväällä (Kuva 14). Syksyllä sklerootiot itävät ja niistä muodostuu itiöemiä, jotka ovat *T. incarnatalla* punaisia (Kuvat 15, 16) ja *T. ishikariensiksellä* valkoisia. Jos näet tällaisia itiöemiä, se kertoo sienen esiintymästä, mutta sääolosuhteet ja nurmen kylmäkestävyyden tila ratkaisevat, puhkeaako tauti vai ei.

Typhula kuuluu yhdessä muiden kääpäsiementen kanssa sienikuntaan Basidiomycetes, kun taas *Microdochium* kuuluu Ascomycetes-ryhmään. Tämä tarkoittaa, että jotkin *Microdochiumin* hallintaan tehoavat sienitautien torjunta-aineet eivät vaikuta *Typhulaan* (Hsiang et al. 1999).



Kuva 13a, b. Landvik, helmikuu 2019: Ruskopahkulasieni (tummemmat laikut kuvan alareunassa) ja microdochium-lumihome (vaaleammat laikut kuvan yläreunassa) (vasen kuva). *Typhula incarnatan* sklerootioita muodostui 3 viikon lumipeitteen jälkeen (oikea kuva). Kuvat: Tatsiana Espevig.



Kuva 14 a, b. Ruskopahkulasientä luhtaröllillä huhtikuussa 2010 Kongsbergin golfkentällä Norjassa (vasen kuva). Punaruskeita *Typhula incarnatan* sklerootioita (oikealla) ja pienempiä, mustia *T. ishikariensiks* sklerootioita (vasemmalla) nurmella Apelsvollissa huhtikuussa 2018 (oikea kuva). Kuvat: Tatsiana Espevig.



Kuva 15. *Typhula incarnata*: sklerootio (vasen), itävä sklerootio (keskellä) ja itiöemiä myöhäissyksyn rönsyrölliviheriöllä. Kuvat: Tatsiana Espevig (vasen & keskellä) ja Terje Haugen (oikea).



Kuva 16. *Typhula incarnatan* itiöemiä myöhäissyksyllä. Kuva: Tatsiana Espevig.



Muut talvitaudit

Jotkut muut sienet voivat myös hyökätä nurmien kimp-
puun lumipeiton alla (Kuva 17). *Typhula phacorrhiza*
esiintyy Pohjois-Euroopassa. Oomykeetti (eivät varsinaisia
sieniä) *Phythium iwayamai* kasvaa nopeasti jäätävän
kylmässä vedessä lumen alla. *Sclerotinia borealis* voi tap-
paa ruohon, jos lumipeite kestää noin puoli vuotta. *Laeti-
saria fuciformis*, joka aiheuttaa punarihmatautia, voi olla
aktiivinen myös varhain keväällä lumien sulettua. On
hyvä tietää, että harvinaisia ja uusia tauteja saattaa esiin-
tyä. Jos olet epävarma, lähetä näyte tautilaboratorioomme
tunnistusta varten. Lisätietoja bioottisista talvivaurioista
löytyy STERFin tietosivusta "[Winter diseases: Biotic win-
ter damage](#)" (Espevig & Aamlid 2018).

Kuva 17. Aktiivista *Rhizoctoniaa* (vas. yllä) ja pinnallisia
noidankehiä (vas. alla) lumien sulettua. Kuvat: Per Bengtsson (yllä) ja
Tatsiana Espevig (alla).

INTEGROITU TORJUNTASTRATEGIA TALVITAUTIEN EHKÄISYYN

Lannoitus

Lannoitusstrategiamme viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana on perustunut yksinkertaisiin periaatteisiin, jotka olemme oppineet Ruotsin maatalousyliopiston kasviravitsemustutkijoiden tiimiltä, joka on tutkinut aihetta kolmen vuosikymmenen ajan. Tiivistetysti keskeiset periaatteet ovat:

- Kaikki kasvit tarvitsevat saman yhdistelmän ravinteita ympäri vuoden, ja näiden ravinteiden optimaalinen suhde on tarkkaan määritelty (Taulukko 1)
- Ravinteita, joista typpi on kasvua rajoittava minimitekijä, tulee antaa usein kasvin kasvupotentiaaliin nähden, joka määräytyy nurmilajin (geneettinen) ja ympäristöolojen, kuten lämpötilan, valon ja veden saatavuuden, perusteella

Kasvit ovat erittäin joustavia ja kykenevät mukautumaan ravinteiden saatavuuden vaihteluihin rakentamalla uudeen juurisolukalvojensa kulkuaukkoja ja pumppuja. Tämä

sopeutuminen kuitenkin kuluttaa energiaa (sokeria). Energiankulutuksen säästämiseksi tulisi maaperän ravintesuhteet pitää mahdollisimman vakaina ja optimaalisina. USGA-normin mukaisella viheriöllä helpoin tapa lannoittaa on antaa viikoittain "optimaalista lannoitetta" (Taulukko 1).

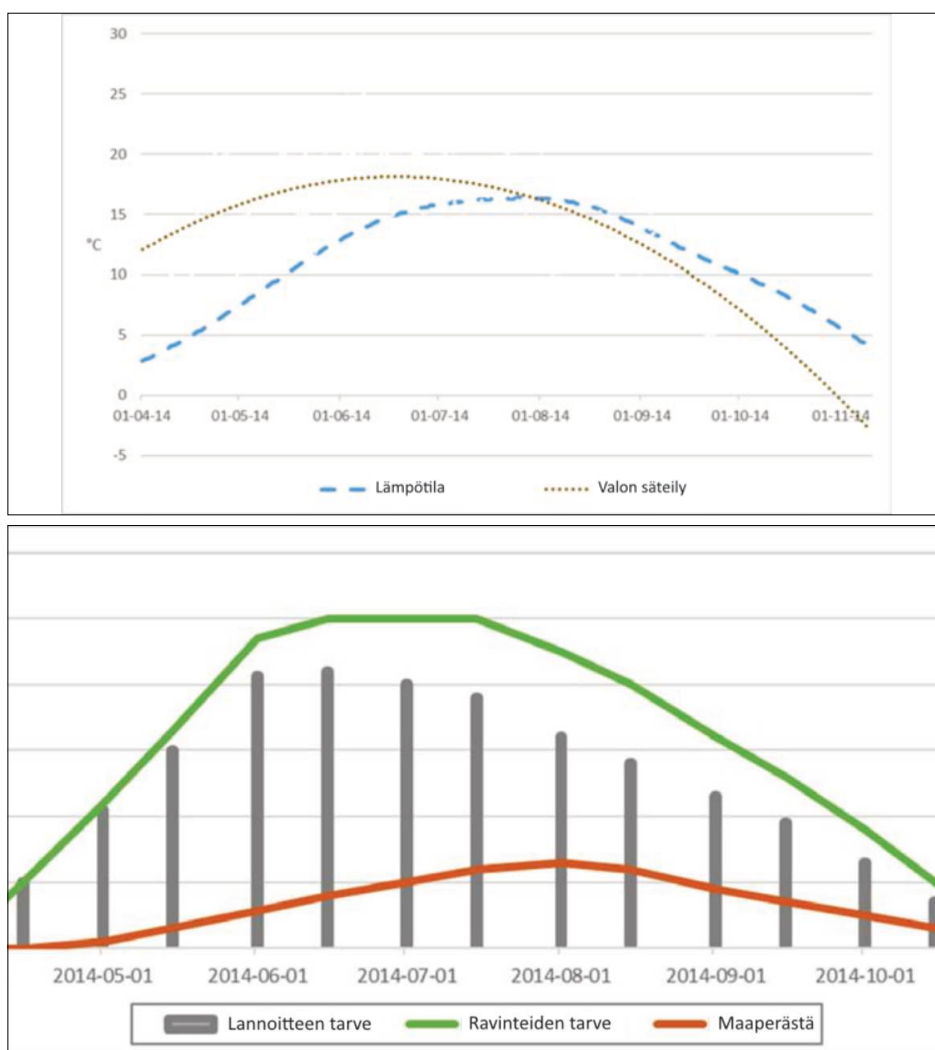
Viikoittainen annos tulee sovittaa nurmilajin kasvukykyyn (viheriöllä: nurmikat > röllit > nadat) ja vallitseviin ympäristöoloihin. Ravinteiden mineralisoituminen kuitukerroksessa täydentää osan kasvien tarpeesta, kun maan lämpötila on korkea (Kuva 4). Kasvien kasvupotentiaali vähenee kesällä, jos vuorokauden keskilämpötila on yli 20 °C. Riittävällä veden saannilla vakavia kesäaurioita ei ole juuri esiintynyt Pohjoismaissa tähän asti, mutta ilmastonmuutos voi muuttaa tilannetta tulevaisuudessa.

Lisätietoa optimaalisesta lannoituksesta löytyy STERFin "[Täsmälannoitus](#)" -käsikirjasta (Ericsson ym., päivitetty versio 2021).

Taulukko 1. "Optimaalinen kasvilannoite".
Kaikkien ravinteiden painot suhteessa
tyyppeen (=100)

Nitrogen	100
Kalium	65
Fosfori	14
Rikki	9
Magnesium	6
Kalsium	7
Rauta	0.7
Mangaani	0.4
Boori	0.2
Sinkki	0.06
Kupari	0.03
Kloori	0.03
Molybdeeni	0.003
Nikkeli	*

* Luotettava data puuttuu



Kuvio 4. Ylhäällä: Normaali säteily ja ilman lämpötila Etelä-Norjassa. Alhaalla: Suositeltu lannoitejakauma kasvuedellytysten ja maaperän ravinteiden (orgaanisen aineksen mineralisaatio) mukaan.

Syyslannoituskokeet

Vuosina 2014–2016 suoritimme lannoituskokeita kylänurmikka- ja rönsyrölliheriöillä NIBIO Landvikissa ja NIBIO Apelsvollissa. Yksityiskohtaiset tiedot löytyvät liitteestä 1. Kuvassa 5 esitetään microdochium-lumihomeen kehitys Landvikissa talvella 2014–15. Kaksi korkeampaa typen käyttömäärää (55 ja 84 kg N/ha syyskuun puolivälistä marraskuun loppuun) aiheuttivat merkittävästi enemmän tautia keväällä molemmilla lajeilla. Alhainen typen määrä (28 kg N/ha) johti puolestaan hieman vähemmän tautiin verrattuna käsittelyyn, jossa annettiin vain muita ravinteita kuin typpeä. Näissä kokeissa ei käytetty torjunta-aineita.

Typen myönteisiä vaikutuksia syksyllä ovat hyvä väri ja kasvu, kunnes alhaiset lämpötilat käynnistävät kylmäka-raistumisen. Syyslannoitus nopeuttaa myös kevätkasvua (Kvalbein & Aamlid 2012). Useat tutkimukset, joita Bauer ym. (2012) on tarkastellut, vahvistavat nämä myönteiset vaikutukset. Kokeelliset havainnot Landvikista (Kuva 5) osoittavat kuitenkin selvästi, että syksyllä annetun typen määrän tulisi olla matala. Uudessa kokeessa kylänurmikkaviheriöillä Landvikissa marraskuun typen lisäys 0 %:sta 3 %:iin vuosittaisesta määrästä (292 ja 313 kg N ha⁻¹ vuosi⁻¹ vuosina 2020 ja 2021) johti microdochium-taudin kasvuun keväisin 38 % ja 10 % vuosina 2021 ja 2022 (käsi- kirjoitus valmisteilla).

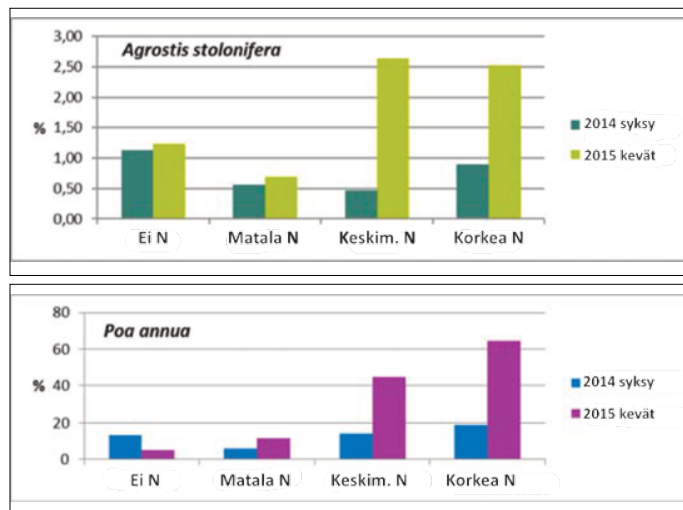
Muita ravinteita

Kalium

STERFin Pohjoismaiden golfkenttäkyselyssä 2014–15 vähintään 25 % vastaajista Tanskasta, Norjasta, Ruotsista ja Suomesta ilmoitti käyttävänsä syksyisin lisäkaliumia (Kuva 6). Mielestämme tämä kuvastaa yhtä yleisimmistä nurmenhoidon väärinkäsityksistä: että korkeat kaliumtasot syksyllä parantaisivat nurmen kestävyyttä sekä bioottisia että abioottisia talvistressejä vastaan. Useimmat syyslannoitteet sisältävät 3–5 kertaa enemmän kaliumia kuin typpeä, mutta emme tunne tutkimuksia, jotka osoittaisivat alhaisten N:K-suhteiden hyödyt. Itse asiassa kaksi yhdysvaltalaisista tutkimusta osoittaa päinvastaista – *microdochiumia* ja *Typhulaa* esiintyi enemmän, kun kaliumia lisättiin N:K 2:1:stä 1:8:aan (Moody & Rossi 2010) tai 1:0:sta 1:2,5:een (Bier ym. 2018). Vaikka kasvit voivat ottaa kaliumia ylenmäärin, osoittavat hiekkapohjaisten lysimetrien valumavesianalyysit, että suurin osa "syyslannoitteiden" kaliumista päättyi lopulta salaojiin. Siksi STERFin optimaalinen N:K-suhde 100:65 (Taulukko 1) pätee myös talvitautilien ehkäisyssä.

Rikki / Sulfaatti

Alkuainerikki on vanha sienitautien torjunta-aine. Rausch & Wachter (2005) tarkastelivat rikin roolia kasvien puolustusmekanismeissa ja käyttivät termiä "rikin aiheuttama vastustuskyky". Landvikin ja Apelsvollin kokeet eivät kuitenkaan osoittaneet microdochium-lumihomeen vähene- mistä syksyllä tai keväällä, vaikka syksyllä lisättiin runsaasti sulfaattia (N:S-suhde 100:160) verrattuna tilanteeseen ilman rikkiä tai rikin suositeltuun määrään (N:S= 100:9, Taulukko 1). Näin ollen emme suosittele sulfaattia jätettäväksi syyslannoituksista pois, mutta suuria määriä



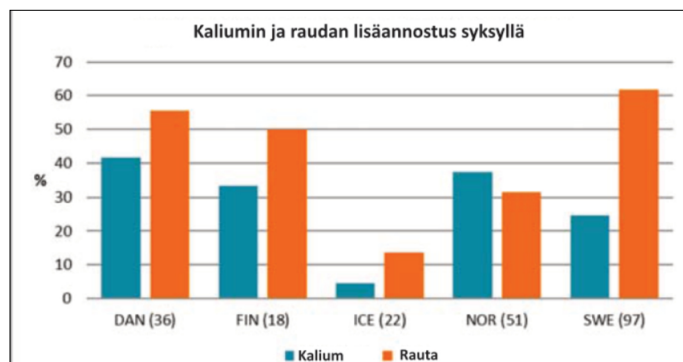
Kaavio 5. *Microdochium-lumihomeen esiintyminen (% koelasta) syksyllä ja seuraavana keväänä Landvikissa neljän eri typpitason vaikutuksella syyskuun puolivälistä marraskuun loppuun. Huomaa eri Y-akselin asteikot.*

on vältettävä. Kokeet viittaavat myös siihen, että runsas sulfaatti voi heikentää kevätkasvua.

Rauta ja rautasulfaatti

Monet pohjoismaiset kentänhoitajat lisäävät rautaa syksyllä (Kuva 6). Syitä tähän voi olla monia, mutta raudan on kiistatta todettu parantavan väriä. Mattox ym. (2017) havaitsivat, että rautasulfaatti auttoi torjumaan *M. nivale* -sientä yhdistettynä muihin hoitotoimenpiteisiin, mutta pelkkä rautasulfaatti ei tuottanut hyväksyttävää talven laa- tua kylänurmikkaviheriöillä luoteis-Yhdysvalloissa. Rau- dan liiallinen käyttö voi aiheuttaa vakavia ongelmia USGA-viheriöillä: rautaa hapettuu kasvualustan ja sora- kerroksen välissä muodostaen ruostekerroksen, joka voi estää vedenpoiston viheriöiltä. Norjassa on havaittu tällai- sia tapauksia, ja myös Yhdysvalloista on ainakin yksi ra- portti vastaavasta ilmiöstä (Obear & Soldat 2014).

Bingleyn tutkimuslaitoksella Britanniassa rautasulfaattia levitettiin ennaltaehkäisevästi ja tautipaineen alkaessa, ja se vähensi microdochium-homeen esiintymistä nurmiröl- li/kylänurmikka-viheriöillä. Tehokas annos riippui tauti- paineesta, ollen jopa 8 kg S/ha viikossa ilman nurmen harventumista. Vastaavaa tehoa ei kuitenkaan havaittu rinnakkaiskokeessa NIBIO Landvikissa, Norjassa, jossa viikoittaiset annokset olivat alempia (2 tai 4 kg S/ha elo- kuusta marraskuuhun). Sitruunahapon lisääminen ei vä- hentänyt tautia, mikä viittaa siihen, että Bingleyssä havai-



Kaavio 6. Pohjoismaisten golfkenttien kyselyn tulokset vuodelta 2015. Vastaajien lukumäärä suluissa (Økland et al. 2018).

tun tehon syy oli muutakin kuin ruiskutteen matala pH (Hesselsøe ym. 2024).

Kupari ja pigmentit

Kupariliuoksia pidettiin sienitautien torjunta-aineina vuosia sitten. Jotkin kuparituotteet värjäävät nurmen voimakkaan sinivihreäksi. Esimerkiksi kuparia sisältävä pigmentti "Harmonizer" on hyväksytty tankkiseoksena mineraaliöljypohjaisen "Civitasin" kanssa taudintorjuntaan Kana-dassa ja monissa Yhdysvaltain osavaltioissa. Kenttäkokeet yhdistelmätuotteella "Civitas One" osoittivat, että vaikutus microdochium-lumihomeeseen oli sama kuin fungisidien (kasvinsuojeluaine sienitauteja vastaan). Ei kuitenkaan tiedä, johtuuko teho öljyn indusoimasta vastustuskyvystä, kuparin suojaavasta vaikutuksesta vai näiden yhdistelmästä (Aamlid ym. 2018). Haittapuolena muuttui nurmi lähes mustaksi, mikä viivytti keväthertymistä pitkän lumipeitejakson tai jääpeiton alla. Kupari voi olla kasveille myrkyllistä, ja kentänhoitajien tulee huomioida pitkäaikaiset vaikutukset. Ensimmäinen merkki kuparimyrkytyksestä on juurten kasvun heikkeneminen (Adrees ym. 2015).

Testasimme myös "Transition"-väriaineen käyttöä syksyllä microdochium-hometta vastaan. Tuote vähensi näkyviä tautilaikkuja syksyllä, mutta vaikutusta ei havaittu seuraavana keväänä (Aamlid & Pettersen 2013). Oleellinen kysymys väriaineiden osalta on, onko niillä oikeasti ennaltaehkäisevä tai parantava vaikutus, vai peittävätkö ne vain oireita. Jotkut väriaineet voivat vaikuttaa myös maaperän lämpötilaan ja haihduntaan (McCarty ym. 2013).

Pii

Piitä ei ole vielä tunnustettu välttämättömäksi ravinteeksi kasvien kasvuun, mutta tulevaisuudessa näin voi käydä. Nurmen kuivapainosta voi jopa 8 % olla piitä. Erittäin talvenkestävä laji nurmilauha sisältää runsaasti piitä, mutta tämä lienee sattumaa. Viileän ilmaston nurmilla tehtyjä kokeita on vähän ja tulokset vaihtelevia, mutta piillä on raportoitu olevan myönteisiä vaikutuksia stressaantuneisiin kasveihin (esim. Balakhnina & Borkowska 2013).

Biotuotteet

Komposti

Kompostin lisääminen kasvualustaan tai pintahiekoitus USGA-greeneillä voi vähentää lumihomeen aiheuttamia vaurioita (Boulter ym. 2002, Espevig & Aamlid 2012). Tämä on esimerkki biologisesta torjunnasta, sillä komposti sisältää paljon mikro-organismeja. On myös raportoitu, että muut sienet, kuten *Typhula phacorrhiza*, voivat tukahduttaa lumihomepatogeeni *T. ishikariensis* (Nelson 1997, Wu ym. 1998).

Kompostikäsittely parantaa kasvualustan vedenpidätyskykyä, mikä vähentää ilman määrää kasvustossa. Havaintojemme mukaan *Microdochium nivale* tarvitsee kehittyäkseen ilmatäytteisiä huokosia. Kompostin myönteinen vaikutus voi siis johtua muustakin kuin mikrobien määrästä.

Koska syksyiset typpinkokeemme osoittivat, että suuret N-annokset lisäsivät microdochium-esiintymiä, emme suosittele kompostin käyttöä syksyllä ilman, että sen sisältämä typpi huomioidaan lannoitesuunnittelussa.

Biostimulantit

Biostimulantille on useita määritelmiä. Käytämme seuraavaa: "Kasvibiostimulantti on ei-ravinteellinen aine, mikro-organismi tai niiden seos, jota levitetään kasveille ravinteiden saannin tehostamiseksi, abioottisen stressin sietokyvyn parantamiseksi ja/tai kasvun laadun parantamiseksi" (du Jardin 2015).

Stressaantuneella kasvilla on resurssivajausta, se kasvaa epäedullisissa oloissa ja/tai kohtaa tauteja, tuholaisia tai myrkyllisiä kemikaaleja. Biostimulantit voivat parantaa kasvien sietokykyä tällaisissa olosuhteissa. Kokeissa on osoitettu biostimulanttien myönteisiä vaikutuksia nurmeen, joka on altistunut kuumuudelle, kuivuudelle, torjunta-aineille, UV-valolle ja joillekin tuholaisille. Joidenkin tuotteiden on osoitettu parantavan lämpimän ilmastoin heinien kylmänkestoa (Munshaw ym. 2006). Vaikka viileän ilmastoin heinillä ei ole saatu näyttöä paremmasta talvehtimisesta biostimulanttien avulla, on mallikasvilla *Arabidopsis thaliana* havaittu, että *Ascophyllum nodosum*-leväuutteet voivat parantaa pakkasenkestoa ja muuttaa solujen ominaisuuksia (Rayirath ym. 2009, Nair ym. 2012). Biostimulanttien sisältämät signaalimolekyylit voivat säädellä kasvin stressi- ja puolustusreaktioita aktivoimalla suojaentsyymejä tuottavia geenejä (del Rio 2015). Nämä ovat kiinnostavia näkökulmia, jotka kaipaavat lisätutkimuksia.

Vuosina 2012–2014 testasimme kaupallisia tuotteita, jotka sisälsivät sientä *Gliocladium catenulatum* ja/tai bakteereja *Streptomyces*-suvusta, microdochiumin biologiseen torjuntaan laboratoriossa ja viidessä kenttäkokeessa Tanskassa, Ruotsissa ja Norjassa. Tulokset osoittivat hyvää tehoa laboratoriossa, mutta ei vaikutusta kenttäkokeissa (Aamlid, Espevig ym. 2017). Nelson (1997) raportoi vastaavan tulosten vastaavuuden puutteen kenttäkokeiden ja laboratorion välillä. Selitys saattaa olla, että riittävän suurten hyötymikrobipopulaatioiden ylläpitäminen kentällä on vaikeampaa kuin laboratoriossa, vaikka käsittelyjä olisi useita.

Biostimulantti Hicure (sisältää aminohappoja ja peptidejä) vaikutusta microdochium-homeeseen ja antraknoosiin (*Colletotrichum cereale*) testattiin kahdessa kokeessa kylänurmikkaviheriöillä NIBIO Landvikissa ja STRI Bingleyssä, Britanniassa, toukokuusta 2020 toukokuuhun 2022. Biostimulanttia ei käytetty yksin, vaan yhdessä kolmen, kahden tai yhden, tankissa sekoitetun fungisidin ja väriaine Ryderin yhdistelmän kanssa. Viisi biostimulanttikäsittelyä kahden viikon välein mahdollisti fungisidikäsittelyjen vähentämisen kolmesta kahteen ilman, että nurmen ulkonäkö tai microdochiumin torjunta heikkeni. Hicure ja Ryder vaikuttavat lupaavilta tuotteilta fungisidien käytön vähentämiseksi golfkentillä (Frisk ym. 2023).

Apuaineet

Maatalousapuaaine on lisäaine, joka parantaa torjunta-aineen tehoa ja/tai fysikaalisia ominaisuuksia. Vuonna 2018 ja 2019 testasimme apuainetta NanoPro™, joka sisältää humushappoja leonardiitista (muinaisten kasvien fossiilinen jäännös), tankkiseoksena fungisidien Delaro (protiokonatsoli + trifloksystrobiini) ja Medallion (flu-dioksoniili) kanssa. Tutkimuksemme osoitti, että NanoPro™-apuaainetta lisäämällä voitiin vähentää fungisidin

vaikuttavan aineen määrää 30–60 % ilman, että microdochiumin torjunta heikkeni kylänurmikkaviheriöillä (Espevig, Pettersen & Aamlid 2020). Tämä ja aiemmin esitetyt tulokset osoittavat, että fungisidien käyttöä voidaan vähentää Pohjoismaiden golfkentillä.

Kasvunsäätteet

Ainoa pohjoismaisilla markkinoilla hyväksytty nurmen kasvunsäädä on trineksapakki-etyyli. Kokeissamme Primo

Maxx® -valmisteella vuosina 2007–2013 havaitsimme, että käsittely vähensi microdochium nivale esiintymiä, muttei niin paljon, että fungisidien käyttö olisi tarpeetonta alttiilla lajeilla. Vaikutus selitettiin sillä, että trineksapakki-etyyli nosti käsitellyn nurmen hiilihydraattitasoa (Aamlid & Pettersen 2013a).

SYKSYN HOITOTOIMENPITEET TALVITAUTIEN VÄHENTÄMISEKSI



Kuva 18. *Microdochium nivale* -sienen rihmastoa ilmastusreikien ympärillä punanataviheriöllä. Fungisidejä ei käytetty viheriöllä. Kuva: Wendy Waalen.

Leikkuukorkeus

Tutkimme leikkuukorkeuden nostamisen vaikutuksia syksyllä golfviheriöillä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa vuosina 2008–2010 (Kvalbein & Aamlid 2012). Tulokset osoittivat, että punanadalla talvitauteja esiintyi hieman enemmän korkeammalla leikkuukorkeudella, mutta rön-syröllillä ja kylänurmikalla ei havaittu vastaavaa vaikutusta. Koska sekä punanadan että kylänurmikan leikkuukorkeuden nosto johti nopeampaan vihertymiseen ja parempaan nurmen laatuun keväällä, suosittelemme näiden lajien leikkuukorkeuden nostamista syksyllä noin 150 prosenttiin kesäkorkeudesta. Rön-syröllillä vastaavaa hyötyä ei havaittu.

Ilmastus ja hiekoitus

Holkki- tai tappi-ilmastus muodostaa usein tiivistyneen kerroksen 6–12 cm syvyyteen viheriöillä. Syksyn lopulla tehty syväilmastus kiinteillä tapeilla (kuten Vertidrain) auttaa läpäisemään ja löysäämään tätä tiivistymää. Ilmastuksella voi kuitenkin olla haitallisia vaikutuksia alueilla, joilla microdochium-tartunta on yleinen talvivaurioiden

syy. Tämä perustuu havaintoihin, joiden mukaan viheriön kuivimmat kohdat, joissa on eniten ilmatilaa, ovat usein alttiimpia lumihomeelle. Samasta syystä on havaittu, että runsas hiekoitus syksyllä voi lisätä microdochium-tartuntojen määrää talven aikana (Frank et al. 2024) ja että syväilmastuksen jälkeen rei'itysten ympärillä esiintyy eniten microdochiumia (Kuva 18). Yhteenvetona nämä havainnot viittaavat siihen, ettei myöhäinen syksy ole paras aika ilmastukseen ja hiekoitukseen golfkentillä, jotka ovat alttiimpia bioottisille kuin abioottisille talvivaurioille.

Jyräys

Kokeet Oregonissa, Yhdysvalloissa, ovat osoittaneet, että jyräys voi vähentää microdochium-tartuntaa kasvukauden aikana kylänurmikkaviheriöillä (Mattox et al. 2018, 2020). Tekijät selittivät vaikutuksen kastenpoistolla, jolloin kasvuston pinta pysyy kuivempana. Kokeet Royal Copenhagen Golfklubilla vuosina 2020 ja 2021 tukevat näitä tuloksia: jyräys kahdesti viikossa elokuusta marraskuuhun vähensi microdochiumia punanatavaltaisilla viheriöillä (Espevig et al. 2020, Hesselsoe et al. 2022). Samaan aikaan



Kuva 19. UV-C-säteilytystä SGL UVC 180 -yksiköllä Osnabrück GC:n viheriöllä. Kuva: Wolfgang Prämaßing.

NIBIO Landvikissa kylänurmikkavaltaisella viheriöllä jyräyksen vaikutus oli epäjohdonmukainen (Hesselsøe et al. 2024).

UV-C-säteilytys

UV-C (100–280 nm) on ultraviolettisäteilyn korkeaenerginen ja lyhytaaltoisin osa. Se ei luonnostaan yllä maan pinnalle, mutta sillä on vahva mikrobeja tappava vaikutus, kun sitä käytetään lampuilla aallonpituudella 254 nm (Urban et al. 2016). Kasveilla UV-C voi muuttaa geenien ilmentymistä ja aiheuttaa reaktiivisten happilajien muodostumista, laukaisten erilaisia stressireaktioita, mutta se voi myös tappaa suoraan sienirihmastoja lehtien pinnalta (Berkelmann-Löhnertz et al. 2015).

Kaksivuotisessa tutkimuksessa Osnabrückissa, Saksassa (Kuva 19), korkeat UV-C-annokset (35–40 mJ/cm² tai enemmän) hillitsivät tehokkaasti lanttilaikkua golfviheriöillä, vähentäen taudin vakavuutta ja vaihtelua koealojen välillä. Pienemmillä annoksilla ei ollut vaikutusta. Mikään UV-C-käsittely ei kuitenkaan merkittävästi hillinnyt microdochiumin esiintymistä, vaikka suurin annos hieman vähensi tautitasoa. Tulokset osoittavat, että UV-C voi auttaa lanttilaikun hallinnassa, mutta sen vaikutus microdochium-homeeseen on rajallinen (Hesselsøe et al. 2024, Hunt et al. 2025).

Puiden poisto

Huner et al. (1998) selitti lämpötilan ja valon voimakkuuden vaikutuksen kylmänkestoon, ja omat kokeemme ovat vahvistaneet varjostuksen haitallisuuden nurmelle. Joh-topäätöksemme on, että moottorisaha voi olla tehokkain työkalu talvikestävyuden parantamiseksi.

Apelsvollin kokeessa, jossa syksyn aikana annettiin lisää tyypeä rönsyrölli- kylänurmikkaviheriöille (Kuva 20), ei käytetty fungisidejä ensimmäisenä vuonna. Lokakuun lopussa varjoisalla kylänurmikkaviheriöllä oli 28 % microdochium-peitto, kun taas luonnonvalossa olleessa kontrollissa luku oli 7 %. Rönsyröllillä vastaavat luvut olivat 2,5 ja 0,5 %.

Fungisidit

Fungisidien (kasvinsuojeluaineet sienitauteja vastaan) saatavuus vaihtelee ja tulee todennäköisesti jatkossakin vaihtelevaan Pohjoismaissa. Vaikka EU on ottanut käyttöön vastavuoroisen hyväksynnän periaatteen, kansalliset viranomaiset päättävät edelleen, mitkä valmisteet ovat markkinoilla. EU-komission ehdottama kaikkien kasvinsuojeluaineiden kielto niin sanotuilla herkillä alueilla, mukaan lukien golfkentät, hylättiin täpärästi Euroopan parlamentissa marraskuussa 2023. Asiasta tullaan kuitenkin käymään lisää keskustelua tulevaisuudessa.



Kuva 20. Nurmen talvistressien seminaarin osallistujat tutustumassa koeviheriöön NIBIO Apelsvollissa marraskuussa 2014. Microdochium tuhosi lähes kokonaan varjostetut koealat. Kuva: Agnar Kvalbein.

Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen (EFSA) mukaan kasvinsuojeluaineet ovat torjunta-aineita, joiden tarkoituksena on pitää viljelykasvit terveisinä ja estää niitä tuhoutumasta taudin ja tuholaiten vuoksi. Ongelmallista tässä määritelmässä on, että se kattaa myös kemiallisten torjunta-aineiden ja kasvunsäätöjen lisäksi myös mikro-organismit, biostimulantit sekä lisäaineet, jotka sisältävät ainakin yhden vaikuttavan aineen rikkakasvien, hyönteisten, punkkien ja/tai tautien torjuntaan. EU:n torjunta-aineiden tietokannassa on erityisluokka "vähäriskiset valmistet", joiden hyväksynnän pitäisi olla nopeampaa, yksinkertaisempaa ja edullisempaa jäsenmaissa, mutta lain täytäntöönpano vaihtelee Pohjoismaissa. Tämä on ongelma erityisesti pienille yrityksille, jotka ovat kehittäneet ja haluavat markkinoida vaihtoehtoisia tuotteita, jotka voivat vähentää kemiallisten fungisidien käyttöä.

Pohjoismaiden golfliitot ovat myös valinneet erilaisia strategioita fungisidien hyväksynnän suhteen. Joissain maissa on hyväksytty vain erityisesti viheriöille rekisteröidyt tuotteet, kun taas toiset ovat hakeneet ja saaneet luvan maatalousvalmisteiden "pienkäyttöön". Tämä vaikuttaa suuresti fungisidien käytön kustannuksiin eri maissa.

Kaikille Pohjoismaille yhteistä on, että ne ovat ottaneet käyttöön EU:n "Kestävän torjunta-aineiden käytön" direktiivin. Tämä perustuu integroidun kasvinsuojelun (IPM) periaatteisiin, eli fungisidejä saa käyttää vain, kun muut menetelmät eivät anna riittävää suojaa ja kun tautituhojen arvioidaan olevan liian suuria.

Ennaltaehkäisevät fungisidikäsittelyt syksyllä talvitauteja vastaan aiheuttavat aina ympäristöriskejä suuren sademäärän ja hidastuneen ravinteiden oton vuoksi. Aaltoilevat viheriöt, lyhyt etäisyys vesistöihin, pieni orgaanisen aineen määrä juuristossa ja paikalliset kuivat paikat lisäävät ympäristöriskejä (Larsbo et al. 2007, Aamlid et al. 2009). Muissa kokeissa on havaittu korkeita fungisidien ja niiden hajoamistuotteiden pitoisuuksia pintavalunnassa (Aamlid et al. 2020). Siksi on tärkeää hallita kuitukerrosta ja ylläpitää veden läpäisevyyttä nurmen ikääntyessä.

Vaikka STERF:n vuosien 2014–15 tekemän kyselyn mukaan 84 % Islannin ja 38 % kaikkien Pohjoismaiden golfkentistä ei käyttänyt fungisidejä (Økland et al. 2018), on olemassa runsaasti käytännön kokemusta ja tieteellistä näyttöä siitä, että syksyn fungisidikäsittelyille on tarvetta. *Microdochium nivale* ja muut talvisienet aiheuttavat vakavia tuhoja erityisesti kylänurmikalla, mutta myös nurmiröillä ja rönsyröillä, jos fungisidejä ei käytetä. Kuitenkin suurempia käyttömääriä tai useampia käsittelyjä kuin mitä etiketissä sallitaan ei tarvita, eikä se ole laillista. Kokeidemme perusteella ennaltaehkäisevillä käsittelyillä tai ensimmäisten tautioireiden ilmetessä saatiin yleensä yhtä hyvä suoja, vaikka tuotteen annosta pienennettiin 1/3 etiketin maksimimäärästä.

Yksi ennaltaehkäisevä systeemisen fungisidin käsittely lokakuussa, kun nurmi vielä kasvaa, vähentää tautia yleensä 60–80 %, ja tehoa voidaan nostaa 90–95 %, jos kolmen viikon kuluttua tehdään lisäkäsittely kontaktisella fungisidillä. Vain kentät, jotka tavoittelevat täydellistä tautikontrollia, tarvitsevat kolmannen käsittelyn ennen lumen tuloa (Aamlid et al. 2015). Wisconsinin yhdeksän vuoden tutkimuksessa ei havaittu eroa suojatehossa, vaikka viimeinen käsittely tehtiin kaksi päivää tai kaksi viikkoa ennen lumen tuloa (Koch 2025).

Toistuva saman fungisidin käyttö lisää aina riskiä, että taudinaiheuttajat kehittävät vastustuskykyä, joten etiketissä on mainittu enimmäiskäsittelymäärä vuodessa (yleensä 1–4). Fungisidikäsittely suojaa nurmea yleensä useiden viikkojen ajan, ja talven aikana lisäkäsittelyitä ei tarvita, jos syksyllä on tehty 2–3 käsittelyä. Varhaiskevään käsittelyjä voi harkita, jos nurmi on lähtenyt kasvuun ja sääolot suosivat *Microdochium nivalea*, mutta kokeemme mukaan käsittelyllä saadaan harvoin parempaa tautikontrollia tai nopeampaa vihertymistä. Yhdessä tapauksessa havaittiin voimakas *microdochium*-esiintymä myöhäisen lumisateen jälkeen nurmella, jonka karaistus oli purkautunut, joka oli lähtenyt kasvuun ja joka oli saanut ensimmäisen lannoituksen (Kuva 21), mutta tauti jäi pintapuoliseksi ja nurmi toipui 1–2 viikossa.



Kuva 21. Myöhäinen lumisade aiheutti voimakkaan mikrodochium-hyökkäyksen SCANGREEN-kokeessa NIBIO Landvikissa huhtikuussa 2008. Kuva: Tatsiana Espevig.

ABIOOTTISET TALVISTRESSIT

Pakkasstressi

Pakkasvaurio syntyy jääkiteiden muodostumisesta kasvukudokseen (Jespersen et al. 2023). Solunsisäinen jää rikkoo solukalvot, mikä on kasvukudokselle kohtalokasta, ja liiallinen soluvälinen jää johtaa solujen kuivumiseen. Erityisesti kasvupisteiden, kuten kasviversojen tyvien, jäätyminen on vakavampaa kuin täysikasvuisten lehtien jäätyminen. Varhaisissa tutkimuksissa kylänurmikalla ja talviohrolla havaittiin, että juurten kasvupisteet ovat herkempiä pakkaselle kuin uusien lehtien ja versojen kasvupisteet (Beard & Olien 1963, Olien & Marchetti 1976). Tämä on myöhemmin vahvistettu myös englanninraiheinällä ja juurtonurmikalla infrapunatermografian avulla (Stier et al. 2003). Kylmään sopeutuneet talvivehne ja talviruis eivät jäädy, ennen kuin kruunun tasolla lämpötila laskee -5 – -6 °C:n tasolle (Pukachi & McKersie 1990, Brush et al. 1994), ja oletetaan, että sama pätee useimpiin viileän ilmaston nurmilajeihin.

Nurmialan kirjallisuudessa lajien tai lajikkeiden kylmänkestoa vertaillaan yleensä kontrolloiduissa olosuhteissa. Kasvit karaistaan kentällä tai kasvihuoneessa/kasvatuskammiossa ennen altistusta erilaisille pakkaslämpötiloille ohjelmoitavassa pakastimessa (esim. Dionne et al. 2001, 2011; Espevig et al. 2011, 2014). Tulokset esitetään LT50-arvoina eli lämpötilana, jossa 50 % kasveista kuolee. Vaikka menetelmät vaihtelevat, lajien ja lajikkeiden järjestys kylmänkeston suhteen on yleensä melko johdonmukainen, mikä antaa luotettavuutta testeille (Jespersen et al. 2023). On kuitenkin tärkeää muistaa, että laboratoriossa saadut LT50-arvot eivät ole suoraan verrannollisia kenttäolosuhteisiin. Lisäksi on saatu ristiriitaisia tuloksia siitä, ennustaako pakkasstressin kesto muiden abioottisten talvistressien, kuten jääpeiton, kestoa (Gudleifsson et al. 1986, Hofgaard et al. 2000, Höglind et al. 2010).

Routanousema

Routanousema tarkoittaa maan pinnan kohoamista jään muodostuessa. Se on yleistä hienojakoisilla mailla, joilla on suuri kapillaarinen kapasiteetti, varsinkin jos maan lämpötila laskee hitaasti. Routanousema voi repiä nurmen juuria ja lisätä kuivumisen riskiä. Pahimmillaan osa viheriöstä voi nousta jopa 20 cm. Monet islantilaiset kentänhoitajat ovat kokeneet tämän ongelman ja yrittävät korjata vauriot jyräämällä viheriöitä keväällä, kun routa on sulamassa (B. Hannesson, pers. komm., Danneberger 2023).

Jääpeitto ja sulamisvesi

Jään ja veden aiheuttamien vaurioiden riski riippuu maantieteestä ja golfkentän arkkitehtuurista. Ilmastomuutos näyttää laajentavan jääpeiton riskiä alueille, joissa oli aiemmin vakaa mannerilmasto. Pohjoismaiden pääkaupunkien (Oslo, Tukholma, Helsinki) ympärillä ja pohjoispuolella on monia golfkenttiä, joilla kentänhoitajat raportoivat nyt vakavista vesi- ja jääongelmista.

Osa ongelmista johtuu golfkenttäarkkitehtien aliarvioimasta pintaveden poisjohtamisen tärkeydestä viheriöiltä. Jotkut suunnittelevat viheriöalueita niin, että sulamisvedet pääsevät ympäristöstä viheriölle. Kentänomistajat maksavat

usein kovan hinnan huonosti rakennetun viheriöalueen uudistamisesta muutaman vuoden kuluttua.

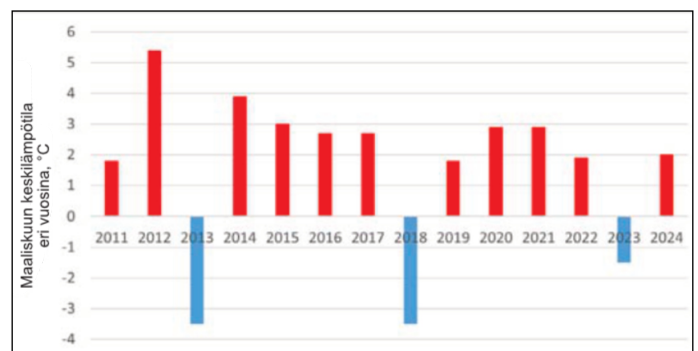
Seuraavissa osioissa selitetään, mitä tapahtuu, kun ruoho peittyy jään alle.

Hapenpuute ja/tai myrkyllisten kaasujen kertyminen

Kasvit tarvitsevat happea hengitykseen. Hengitys on hidasta alle -3 °C:ssa, mutta merkittävää noin 0 °C:ssa. Jään (tai läpäisemättömien peitteiden) alla CO₂:n kertyminen tapahtuu yleensä samanaikaisesti hapen vähenemisen kanssa. Kokeet kontrolloiduissa olosuhteissa ovat osoittaneet, että matalan O₂:n ja korkean CO₂:n yhdistelmä on nurmelle haitallisempaa kuin pelkästään toisen kaasun muutos (Castonguay et al. 2009). Pahimmillaan voi etanolia, orgaanisia happoja ja muita anaerobisen hengityksen myrkyllisiä sivutuotteita kertyä CO₂:n lisäksi ja aiheuttaa pahan hajun jään sulaessa (Gudleifsson 1994). Myös mikrobiaktiivisuus maassa edistää haitallista kaasukoostumusta, erityisesti runsaasti orgaanista ainesta sisältävillä maapohjaisilla viheriöillä (Rochette et al. 2006).

Tärkeä seurauksena hapen vähenemisestä jään alla on heikentynyt pakkasenkestävyys (Waaen et al. 2025) ja kasvin hiilihydraattivarastojen (fruktaanien) aleneminen tehottoman anaerobisen hengityksen seurauksena (Andrews & Pomeroy 1990, Bertrand et al. 2003, Gudleifsson 2013, Gendjar et al. 2024). Molemmat reaktiot vaikuttavat voimakkaimmin juuri ennen jään sulamista ja heti sen jälkeen keväällä. Kylmä pakkasyö voi olla viimeinen niitti jääpeiton alta paljastuneelle heikolle nurmelle, ja matalat hiilihydraattitasot viivästyttävät vihertymistä ja kentän avaamista keväällä.

Vuosina 2011–2024 kolme pahinta talvivauriovuotta kaakois-Norjassa olivat 2013, 2018 ja 2023. Kuvassa 7 nähdään, että nämä olivat myös maaliskuun keskilämpötilaltaan kylmimmät vuodet, ja siksi kevään lumien ja jään sulaminen myöhästyi. Toisin sanoen, mitä pidempi jääpeite, sitä suurempi riski nurmen talvihuhoille hapenpuutteen ja myrkyllisten kaasujen kertymisen vuoksi. On kuitenkin vaikea arvioida eri lajien kriittistä jääpeiton kestoa, sillä olosuhteet jään alla vaihtelevat suuresti. Kentällä arvioidut toleranssit vaihtelevat kylänurmikan 20–80 päivästä luhta- ja rönsyröllin yli 150 päivään (Tompkins 2004, Aamlid 2009, Waaen et al. 2017, 2025).



Kaavio 7. Keskimääräinen kuukausilämpötila maaliskuussa vuosina 2011–2024 NIBIO:n sääasemalla Lierissä, noin 30 km Oslosta lounaseen. Vuosina 2013, 2018 ja 2023 golfkentillä esiintyi eniten talvihuhoja.

Yksi syy vaihteleviin raportteihin jääpeiton kestosta saman lajin sisällä on jään luonteen suuri vaihtelu. Usein erotetaan tiivis, musta jää (Kuva 22) ja harmaa, huokoisempi jää. Laboratoriotutkimuksissa Beard (1965) ja Tompkins (2004) havaitsivat enemmän vaurioita "jääkuorella", jossa ruukut kyllästettiin vedellä ennen jään muodostumista, kuin "jääpeitolla", jossa maassa oli vähemmän vettä eikä se ollut syväjäässä. Samoin Andrews & Pomeroy (1990) ja Gendjar & Merewitz (2023) havaitsivat suurimmat jääkuoren aiheuttamat vauriot silloin kun maaperän kosteus oli korkea jään muodostuessa.

Jäätä voi muodostua viheriöille leutojen jaksojen aikana, kun saadaan kevyttä sadetta paljaille, jäätyneille viheriöille ilman lumipeitettä. Vaikka tätä menetelmää käytetään kenttäkokeissa, joissa tarkoituksella luodaan jääpeittoa, on yleisempi tilanne jään muodostuminen lumen sulaessa ja



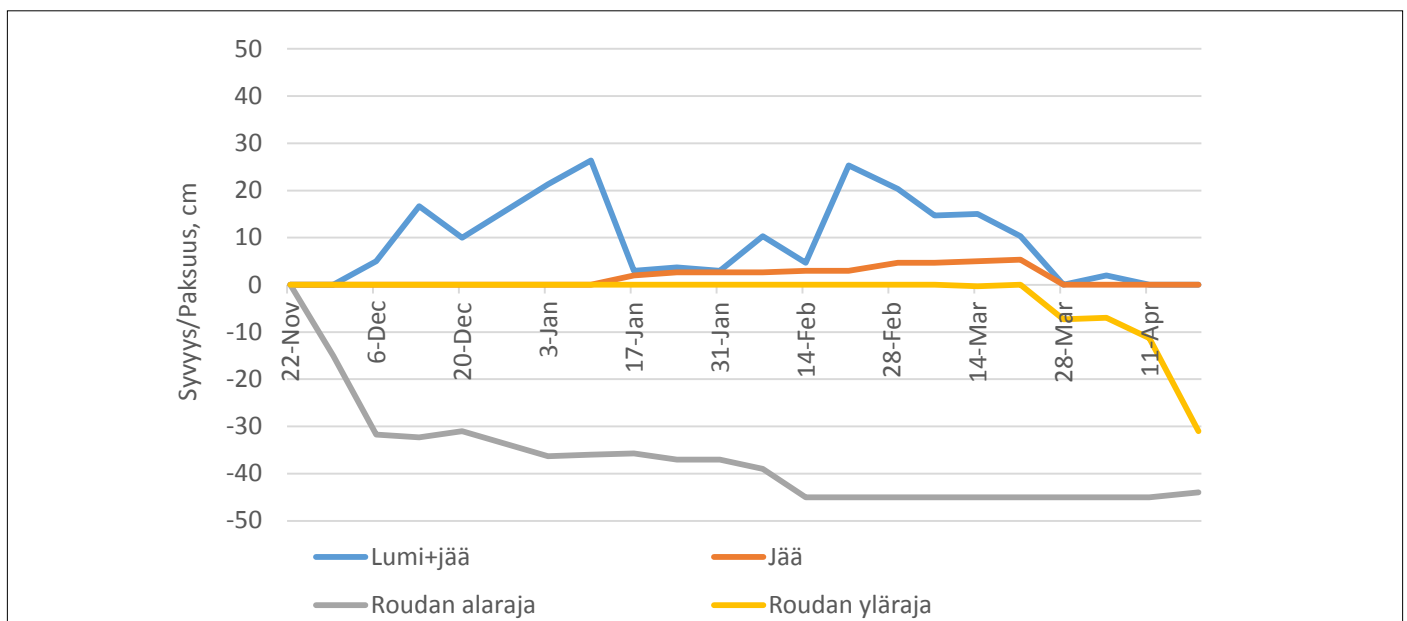
Kuva 22. Tiivistä jäätä Asker GC:n viheriöllä Norjassa. Kuva: James Bentley.

veden tunkeutuessa jäätyneeseen pintaan leutojen jaksojen aikana. Tässä tapauksessa lumen syvyys ja siten lumen kyky imeä vettä ennen kuin se osuu jäätyneeseen pintaan, voi vaikuttaa merkittävästi jääkerroksen paksuuteen ja tiiviyteen. Kuva 8 osoittaa, miten jäätä kertyi lumen alle kontrollikäsittelyssä (luonnolliset talviolosuhteet, ei peitteitä eikä lumenaurasta) NIBIO Apelsvollin puttausviheriöllä Norjassa vuosina 2021–22 (Waaen et al. 2025).

Nurmialan kirjallisuudessa erotetaan usein hypoksia (alennunut happipitoisuus suhteessa normaaliin ilmakehän 21 % pitoisuuteen) ja anoksia (täydellinen hapenpuute, eli lähes 0 %). ICE-BREAKER-kokeissa jään tai muovipeitteiden alla olleet happianturit osoittivat toisinaan 1–2 % happipitoisuuksia jääpeiton loppuvaiheessa, mutta 5–10 % pitoisuus oli paljon yleisempi (Waaen et al. 2025, Watkins et al. 2025). Tuloksemme tukevat kanadalaista päätelmää, jonka mukaan muuttunut kaasukoostumus ei todennäköisesti tapa nurmea viheriöillä, ellei happipitoisuus ole alle 5 % (Dodson et al. 2017).

Kasvupisteen kosteus ja solukalvovauriot

Yksi merkittävimmistä ICE BREAKER -projektin havainnoista oli, että samanlaisesta kaasukoostumuksesta huolimatta viheriöt selvisivät paremmin, jos nurmen ja jään väliin asetettiin muovikalvo verrattuna siihen, että jää oli suoraan nurmen päällä (Waaen et al. 2025). Tämä osoittaa, että jään vaikutuksessa on muitakin tekijöitä kuin kaasukoostumus. Vakaat ja kuivat olosuhteet kasvupisteen alueella ovat erittäin tärkeitä. Beard (1963, 1965) puhui kasvupisteen liiallisen kosteuden (crown hydration) haitallisista vaikutuksista pakkasen yhteydessä. Fysiologisenä syynä on usein solukalvovauriot, jotka aiheuttavat solun aineenvaihduntatuotteiden vuotamista solujen väliseen tilaan (Heatherington et al. 1987, Chalise & Merewitz 2025a). Ainakin kylänurmikalla tämä vaurio tapahtuu usein jo varhaistalvella jääpeiton kestosta riippumatta (Valverde & Minner 2007).



Kaavio 8. Lumi- ja jääpeitto hiekkapohjaisella viheriöllä NIBIO Apelsvollissa talvella 2021–22. Lumen syvyys ei ollut koskaan yli 25 cm, ja jäätä alkoi kertyä syvään jäätyneelle maalle leudon jakson aikana, jolloin jää suli jo tammikuun puolivälissä. Kevät tuli aikaisin, kun lumi ja jää sulivat maaliskuun lopulla, minkä seurauksena jääpeitto kesti yhteensä 77 päivää. Punanata ja rönsyrölli selvisivät, mutta kylänurmikka kärsi yli 50-prosenttisesta talvikuolemasta (Waaen et al. 2025).

SYKSYN JA TALVEN HOITOTOIMET JÄÄ- JA VESIVAURIOIDEN VÄHENTÄMISEKSI

Lannoitus

Hiekkapohjaisilla viheriöillä suositellaan pientä ja vähenvää typen annostusta elokuusta marraskuuhun (Kuva 4), mikä edistää nurmen kestävyyttä jääpeittoa, sulamisvettä ja muita abioottisia talvistressejä vastaan. Kuten edellisessä luvussa käsiteltiin, ei ole kokeellista näyttöä siitä, että syyslannoitus, jossa käytetään enemmän kaliumia kuin typpeä, tekisi nurmesta talvenkestävämpää. Ensimmäiset asiaa tutkineet olivat Beard & Rieke (1966), jotka havaitsivat, että paras talvenkesto rönsyröllillä ja niittynurmikalla saavutettiin typen määrästä riippumatta silloin, kun kaliumin määrä oli puolet typen määrästä. Schmid et al. (2016) raportoivat 32 % vaurion 47 päivän jääpeitossa kylänurmikkaviheriöllä, jolle ei ollut kolmen vuoden aikana annettu kaliumia, mutta ei vaurioita käsitellyillä, joissa kaliumia oli annettu vuosittain 53–220 kg/ha. Kasvin kuiva-aineen kaliumpitoisuus vaihteli tällöin 1,3 %:sta (ilman kaliumia) 2,6 %:iin (53 kg K/ha) ja 3,1 %:iin (220 kg K/ha). Nämä tulokset ovat linjassa Dodson et al. (2016) kanssa, joiden mukaan kylänurmi-kan maksimaalinen pakkasenkestävyys saavutetaan, kun kudoksen typpipitoisuus on 2,5–3,0 % ja kaliumpitoisuus 2,25–2,75 %. Dodson et al. (2016) suosittelevat lannoitusta yhtä suurilla N- ja K-määrillä tämän tasapainon saavuttamiseksi, eli hieman enemmän kaliumia kuin Beard & Rieke (1966) ja STERF (Taulukko 1) suosittelevat. Samanlaisen lopputulokseen päätyivät Webster & Ebdon (2005), joiden mukaan optimaalinen N:K-suhde pakkasenkeston kannalta voi olla hieman pienempi kuin kasvun kannalta.

Ilmastus

Syväilmastus kiinteillä, karkeilla piikeillä (esim. Vertidrain) on yleensä viimeisiä hoitotoimia golfkentällä ennen talvea. Se parantaa pintaveden imeytymistä syvemmälle maahan, joka on usein sula. Vaikka ilmastusreiät jäätyvätkin umpeen, suosittelemme ilmastusta myös siksi, että syväilmastus kerran vuodessa kuohkeuttaa 8–12 cm syvyydessä olevan tiivistyneen kerroksen, joka syntyy tappi-ilmastuksen ja muiden hoitotoimien seurauksena. Kuten edellisessä luvussa mainittiin, on kuitenkin olemassa riski, että reikiin muodostuu enemmän lumihometta (Kuva 18).

Hiekoitus

Säännöllinen hiekoitus on tärkein tapa hallita kuitukerrosta. Hiekoitus tehdään yleensä kasvukaudella, kun nurmi kasvaa ja muodostaa kuitua. Tavoitteena on pitää ylimmän 25 mm kerroksen orgaanisen aineksen pitoisuus 3,0–4,5 %:ssa. STERF:n opaskirja "[Potential for velvet bentgrass on Nordic golf greens](#)" käsittelee kuitukerroksen hallinnan näkökohtia.

Runsas hiekoitus, jossa hiekka peittää nurmen lehdet myöhään syksyllä, voi vähentää fotosynteesiä aikana, jolloin auringonvalo on niukkaa korkeilla leveysasteilla. Toisaalta usein ajatellaan, että runsas hiekoitus suojaa nurmen kasvupisteitä kuivumiselta ja mahdolliselta talvipelaamiselta (jos kesäviheriöt pidetään avoinna talvella) ja edistää nopeampaa vihertymistä keväällä korkeamman maan lämpötilan ansiosta. Tutkittuaan tätä Wisconsinin ja Minnesotan golfkentillä Taylor (2001) totesi, että noin 2 mm hiekkaa olisi hyödyksi useimmilla viheriöillä, mutta kaksinkertainen määrä olisi haitallista kosteilla ja varjoisilla viheriöillä,

joilla lumi sulaa myöhään. Myöhäissyksyn hiekoitusta tutkitaan parhaillaan WINTER TURF -projektissa, ja tulokset ovat toistaiseksi epävarmoja.

Tilapäinen vedenpoisto

Monet kentänhoitajat alueilla, joilla jääkuorten muodostuminen on yleistä, ovat kehittäneet omia strategioitaan pintaveden hallintaan. Tässä muutamia ehdotuksia:

- Muoviaidat voivat ohjata veden viheriön ohi. Aidat tulee pitää matalina, etteivät ne varjosta viheriötä. Jotkut käyttävät siirtonurmileikkuria ojan avaamiseen ja asettavat nurmipaakun ojan alapuolelle muodostaen 8 cm korkean vallin, joka johtaa veden viheriön ohi.
- Tilapäiset ojat viheriön matalimmista kohdista voivat toimia jonkin aikaa. Tasaisilla viheriöillä ojat täyttyvät helposti jäätä, joten niitä on pidettävä auki (Kuva 23).
- Routanousema silttimaassa viheriön ulkopuolella voi muodostaa padon estäen pintaveden poistumisen (Kuva 24). Siksi avo-oja viheriön ympärillä voi olla tarpeen.
- Tilapäistä ojaa kaivettaessa nurmi kannattaa poistaa kapealla turveleikkurilla. Nurmipaakut kannattaa varastoida muovin päällä alueelle, jossa kevät tulee aikaisin, ei bunkkereihin, jotka yleensä vapautuvat lumesta viimeisinä.
- USGA-viheriöiden matalissa kohdissa vesi voidaan poistaa pystysuunnassa. Tee syviä reikiä sorakerrokseen asti reikäkairalla. Kupin asettaminen reikään estää hiekan eroosiota. Eristemateriaalia reikien päällä voi olla tarpeen suojata soraa jäätymiseltä.
- Siirrettävä vesipumppu voi olla lisäapu (Kuva 25).



Kuva 23. Viheriöiden väliaikaiset ojat vaativat huoltoa talvella. Käytössä asfalttileikkuri. Kuva: Ole Albert Kjosnes, Byneset GC, Norja.



Kuva 24. Routakohouma tämän USGA-viheriön ulkopuolella esti pintaveden valumisen. Kuva: Steinar Selle, Grenland GC, Norja.



Kuva 25. Sulamisveden poistaminen viheriöltä siirrettävällä pumpulla. Kuva: Allan Ferm, Grønmo GC, Norja.

Vedenpitävät talvisuojat

Viheriöiden, erityisesti kylänurmikkavaltaisten, suojaaminen vedenpitävillä peitteillä on ollut Kanadassa pitkäaikainen käytäntö (Dionne 2000). Kanadalaisten innoittamana testasi Oslon Golfklubi tätä menetelmää – tuolloin kylänurmivaltaisilla viheriöillään – 1990-luvun alussa. Kokonaisarvio oli myönteinen: Kunhan sienitorjunta-aineita käytettiin ennen peittämistä eikä vesi päässyt valumaan peitteiden alle, oli kylänurmikan talvehtiminen pääosin parempaa peitettyillä kuin peittämättömillä viheriöillä. Korostettiin kuitenkin, ettei viheriöitä saanut peittää ennen kuin ruoho oli karaistunut syksyllä, eikä peitteitä saanut jättää keväällä niin pitkäksi aikaa, että lämpötila niiden alla alkaa nousta (Midtvåge 1996).

Muutamaa vuotta myöhemmin Tronsmo & Tronsmo (2004) toteuttivat kokeita viidellä norjalaisella golfkentällä käyttäen mustaa kuitukangasta pohjakerroksena ja tiivistä muovia sen päällä. Kuitukankaan ja muovin alla ruoho oli selvästi vihreämpää peitteiden poiston jälkeen, mutta kahden viikon kuluttua vaikutus oli hävinnyt. Kirjoittajat havaitsivat myös enemmän talvitauteja peitteiden alla.

STERF on rahoittanut useita hankkeita talvipeitteistä. Yksi tällainen hanke toteutettiin Suomessa ja Pohjois-Ruotsissa vuosina 2007–2010. Suomessa ei havaittu hyötyä viheriöiden peittämisestä rönsyröllillä tai luhtaröllillä, mutta Ruotsissa kylänurmikka- ja/tai karheanurmikkaviheriöiden peittäminen paransi pääosin talvehtimistä. Ilmankieron tarve peitteiden alla korostui, vaikka yhdessä kokeessa

peitettyä viheriön osalla esiintyi enemmän talvitauteja kuin peittämättömällä (Rannikko & Petterson 2011).

Norjassa NIBIO Apelsvollissa suoritettiin 2011–2013 kokeita vedenpitävillä muovipeitteillä kuuden eri ruoholajin viheriöillä. Muovipeitteet eivät parantaneet talvehtimistä verrattuna luonnollisiin olosuhteisiin (ei lisätoimenpiteitä), mutta muovisuojatut käsittelyt menestyivät merkittävästi paremmin kuin käsittely, jossa viheriölle tehtiin 98–119 päivää kestänyt jääpeitto (Waaalen et al. 2017).

Samassa hankkeessa käytettiin muovipeitteitä kolmen talven ajan Miklagardissa (Norja), Timråssa (Ruotsi) ja Oulussa (Suomi), yhteensä yhdeksässä kokeessa. Kaikilla viheriöillä oli jonkin verran kylänurmikkaa, mutta muuten valtalajina oli rönsyrölli (Miklagard) tai luhtarölli ja punanata (Timrå ja Oulu). Muovipeitteet paransivat talvehtimistä seitsemässä tapauksessa yhdeksästä. Poikkeukset olivat Miklagardin koe, jossa vettä pääsi peitteiden alle, sekä Timrån koe, jossa sienitautien määrä kasvoi peitteiden alla (Kvalbein et al. 2015).

Tuhoisan talven 2017–2018 jälkeen neljä golfkenttää 10–30 km Oslostalounaaseen päätti peittää osan viheriöistään vedenpitävillä peitteillä talvina 2018–2019 ja 2019–2020. Viheriönurmen koostumus vaihteli lähes puhtaasta kylänurmikasta rönsyröllivaltaiseen. Yksi kenttä hankki Kanadasta kestävät Green Jacket -peitteet, jotka räätälöitiin jokaisen viheriön kokoon ja muotoon (10 vuoden takuu); muut ostivat joka vuosi uudet suuret maatalousmuovikalvot varmistukseksi muovin laadun ja välttääkseen säilytystilan tarpeen kesällä. Tulokset olivat niin vakuuttavia, että kaikki neljä kenttää päättivät suojata kaikki viheriöt talvella 2020–2021. Seuraavien kahden talven aikana testasimme aluspeitteiden ja ilmanvaihtojärjestelmien tarvetta laajamittaisissa kokeissa, joissa oli mukana 15 viheriötä jokaisella kentällä osana ICE-BREAKER-projektia. Johtopäätökset olivat:

- Anoksian riski kasvoi maaperän lämpötilan sekä kuitukerroksen orgaanisen aineksen määrän lisääntyessä. Vedenpitävä peite ei voinut korvata hyvää salaajitusta ja viheriön muotoilua sulamisveden saamiseksi pois pelipinnalta.
- Lämpisevän aluspeitteen eli harson käyttö vedenpitävän muovin alla oli suositeltavaa, sillä se esti muovia jäätymästä kiinni ruohoon ja oli hyödyllinen



Kuva 26. Viheriön peittäminen Asker GC:lla Norjassa marraskuun lopussa 2020. Lämpisevä harso asennettiin vedenpitävän muovin alle. Kuva: James Bentley.

peittämisjaksoilla jopa 130 päivään asti, mutta ei vaikuttanut tilanteessa, jossa peittämisjakso oli noin 150 päivää ja muovin päällä oli runsaasti lunta/jäätä rakennekerroksottomilla tai huonosti salaojitetuilla viheriöillä.

- On erittäin tärkeää kaivaa peitteiden reunat maan sisään, jotta sulamisvesi ei pääse valumaan ylemmiltä alueilta viheriölle peitteiden alle.
- Antureihin perustuva ilmanvaihto salaojaputkien kautta paransi talvehtimista yhtenä vuonna (140–160 päivää peitteen alla), mutta ei ollut tarpeen vuosina, jolloin peittämisajaksi jäi alle 130 päivän. Ilmanvaihto kannattaa hoitaa ennen kuin lumi ja jää käyvät liian raskaiksi – erityisesti kylänurmikkavaltaisilla viheriöillä ja viheriöillä, joissa kuitukerroksessa on paljon orgaanista ainesta (Kuva 28).
- Ennaltaehkäisevän sienitorjunnan tarve ennen peittämistä myöhäisyyksyllä on sama kuin peittämättömillä viheriöillä.

Kaiken kaikkiaan osoittivat neljän kentän kokemukset vedenpitävien peitteiden merkittävät hyödyt neljänä vuotena viidestä. Nämä kokemukset ja pienimuotoisten Apelsvolin kokeiden tulokset (Waaen et al. 2025) saavat meidät suosittelemaan vedenpitäviä peitteitä golfkentille alueilla, joilla talvet ovat vaihtelevia ja jääpeiton riski on suuri. Lisätietoa löytyy STERFin tietosivusta: [Peitteiden käyttö golfviheriöiden talvenkeston parantamiseen](#).



Kuva 27. Kestävä Green Jacket -peite asennettuna Haga GC:lla, Norjassa. Vedenpitävän peitteen alle on asennettu salaojaputket ilmanvaihtoa varten. Kuva: Gavin Jagger.



Kuva 28. Ilmanvaihto vedenpitävien peitteiden alla ennen kuin lumikerros kasvaa liian paksuksi on hyvä vakuutus, jos peittämisjakso kestää yli 130 päivää. Kuva: James Bentley.

Nurmen kunnan seuranta talvella

Visuaalinen tarkastelu on hankalaa, kun viheriö on lumen peitossa. Siksi suosittelemme antureiden asentamista viheriöille, jotka ovat alttiita jääkuorelle, erityisesti niille, jotka aiotaan peittää. Anturit tulisi sijoittaa pintakerroksen ylimpiin 3 senttimetriin. Lämpötila-anturit ovat edullisimpia ja helpoiten saatavilla, mutta niiden lisäksi olisi hyvä käyttää myös O₂- ja CO₂-pitoisuusantureita. CO₂-antureiden yläraja on usein 4 % (40 000 ppm), joten jos aiot hankkia CO₂-antureita, varmista että ne mittaavat korkeampiakin pitoisuuksia. Kuten jo aiemmin mainittiin, anoksian riski on yleensä pieni, jos lämpötila kasvupisteen tasolla on -1... -3 °C ja O₂-pitoisuus yli 5 % (Dodson ym. 2017).

Jos antureihin ei ole varaa, nenä on paras väline viheriön kunnan arviointiin jään alla. Kun jäätä rikotaan, voi haistaa anaerobisissa oloissa muodostuneita yhdisteitä. Etanoli tai maitohappo eivät juuri tuoksu, mutta suuremmat orgaaniset hapot voivat haista pilaantuneelle rehulle tai hikisille sukkille, ja erittäin myrkyllinen rikkivety kaasuna haisee mädälle munalle tai merilevälle. Metaanikaasu voi pahimmillaan aiheuttaa jääkuoren läpi kuplivia ”tulivuoria”, jos kuitukerroksessa on runsaasti orgaanista ainesta (Kuva 29).

Peittämättömillä viheriöillä suosittelemme näytteiden ottoa helmikuun lopussa tai maaliskuussa, jotta talvivaurioista saadaan varhainen viite (Kuva 30). Näytteitä ei tule asettaa suoraan ikkunalaudalle huoneenlämpöön, vaan niiden tulisi sulaa hitaasti pimeässä jääkaapissa päivän tai parin ajan. Jäätäneestä nurmesta näytteiden otto vaatii erityistyökaluja. Lue lisää työkaluista ja laitteista STERFin tietosivusta: [Talvityöt golfviheriöillä](#).



Kuva 29. Kun kaasu nousee jään läpi, ollaan jo pulassa! Kuva: Ole Albert Kjosnes.



Kuva 30. Näytteitä eri viheriöiltä maaliskuussa, asetettu pienoiskasvihuoneeseen varhaisten talvivaurioiden arvioimiseksi. Kuva: Trygve S. Aamlid



Kuva 31. Lumenpoistoa viheriöltä Askerin golfkentällä maaliskuussa 2020. Kuva: James Bentley.

Lumenpoisto joulukuussa, tammikuussa tai helmikuussa

Kuiva lumi eristää tehokkaasti ja tarjoaa hyvät olosuhteet talvehtimiselle. Runsaat lumisateet marras-joulukuussa voivat kuitenkin aiheuttaa ongelmia, jos viheriö ei ole jäässä eikä ruoho ole karaistunut ja suojattu sienitorjunta-aineilla. Tällaisilla sulilla viheriöillä on oltava erittäin varovainen, etteivät traktorit ja muut koneet vaurioita pintaa.

Jäätyneillä viheriöillä suurin haaste on, että lumi voi sulaa vedeksi ja jäätä uudelleen jääksi. Tämän estämiseksi jotkut kenttämestarit poistavat yli 5–10 cm paksuisia lumi-kerroksia koko talven ajan, erityisesti jos sääennusteissa on luvassa lämmintä sekä sadetta tai lumen sulamista keskellä talvea.

ICE-BREAKER-kokeessa Apelsvollissa, jossa tutkittiin rönssyrölli-, kylänurmikka- ja punanataviheriöitä, vertailtiin käsittelyä, jossa kaikki yli 5 cm lumet poistettiin talven aikana. Näillä viheriöillä maa jäätyn nopeammin ja syvemmälle kuin lumella peitetyillä viheriöillä, mutta jääkerrosta ei juuri muodostunut talven aikana (Waaen ym. 2025). Tästä huolimatta lumenpoistosta ei ollut hyötyä minkään kolmen lajin talvehtimisessä: Kylänurmikka kuoli lähes kokonaan, kun taas rönssyrölli ja punanata selvisivät lähes sataprosenttisesti riippumatta lumenpoistosta. Kylänurmikalle näyttää siis siltä, että jatkuva altistuminen kovalle ja vaihteleville pakkasille talven aikana on yhtä haitallista kuin 77 päivän jääpeite.

Laajempi keskustelu lumenpoistosta talven aikana löytyy STERFin yleistajuisesta artikkelista [Spring 2023: Severe winter damage and late opening of golf courses in Norway](#).

Lumenpoisto maaliskuussa/huhtikuussa

Kolme neljästä ICE-BREAKER-projektin demokokeissa mukana olleesta kentästä poisti suurimman osan lumesta

pari viikkoa ennen luonnollista lumen sulamista maaliskuun lopulla tai huhtikuussa (Kuva 31). Neljäs kenttä ei halunnut ottaa riskiä kestävien ”Green Jacket” -peitteidensä vaurioitumisesta ajamalla traktorilla peitteiden päällä. Näillä kentillä golfkausi alkoi useimmiten hieman aikaisemmin kuin niillä, jotka eivät poistaneet lunta, mutta tähän vaikuttivat myös paikalliset ilmasto-olosuhteet, erilaiset harsotuskäytännöt ja ennen kaikkea jäsenistöltä tuleva paine.

Päätös lumen poistosta keväällä perustuu lumen paksuuteen, jääpeiton kestoon, paksuuteen ja huokoisuuteen sekä pitkän aikavälin sääennusteeseen. Viheriön pinnalle asennetut lämpötila- ja kaasuanturit voivat olla erittäin hyödyllisiä päätöstä tehtäessä. Aikainen lumenpoisto tarkoittaa pidempää harsojen käyttöä, jotta ruoho suojataan pakkasilta, kuivattavalta tuulelta ja voimakkaalta auringonpaisteelta. Joillain kentillä lämpötila voi laskea jopa -15 °C:een tai alemmaksi maaliskuussa, ja on tärkeää muistaa, että lumesta ja jäästä paljastuva nurmi kestää pakkasta huominkin kuin joulukuussa tai tammikuussa (Kuva 32).



Kuva 32. ”Missä teimme virheen? Rikoimme jään.” Kenttämestarit keskustelevat natalrölli-viheriöllä, jonka todennäköisesti tappoi kova pakkas pian lumenpoiston ja jään rikkomisen jälkeen. Kuva otettu Vestfoldin golfkentällä Norjassa 13.4.2013. Kuva: Agnar Kvalbein.

Jään murtaminen

Kun suurin osa lumesta on sulanut tai poistettu viheriöltä, kriittinen kysymys kuuluu: mitä tehdä jäljelle jääneelle jääkerrokselle? Yksi vaihtoehto on murtaa se mekaanisesti esimerkiksi Vertidrain-laitteella, jossa on kiinteät piikit. Useimmissa tapauksissa olemme kuitenkin samaa mieltä yhdysvaltalaisen nurmiasiantuntijoiden kanssa (esim. Nelson 2005, Vavrik 2019) siitä, että jään murtamisesta aiheutuu enemmän haittaa kuin hyötyä, ainakin jos se tehdään jo tammikuussa tai helmikuussa. Tilanne voi olla erilainen, kun päästään maaliskuun loppuun ja jää ei enää ole tiukasti kiinni nurmessa. Silloinkin, kun auringonsäteily lisääntyy, pidämme turvallisempaan edistää jään sulamista kuin murtaa sitä mekaanisesti. ICE-BREAKER-kokeessa Apelsvollissa kokeiltiin 10 cm paksun jääkerroksen murtamista maaliskuussa, mutta talvehtiminen oli vain hieman parempaa kuin niillä alueilla, joissa lumi ja jää sulivat luonnollisesti muutamaa viikkoa myöhemmin (kolmen lajin keskiarvolla 27 % vs 23 % talvehtiminen, Waalen et al. 2025).

Jään sulattaminen

Jäätä voidaan sulattaa kemikaaleilla, jotka laskevat veden jäätymispistettä. Kalsiumin (Ca), magnesiumin (Mg), kaliumin (K) tai natriumin (Na; ruokasuola, jota käytetään yleisimmin teillä) kloridit sulattavat jäätä tehokkaasti, mutta ne

voivat myös polttaa nurmen, etenkin jos sulamisvesi ei pääse poistumaan viheriön pinnalta, vaan tunkeutuu kasvustaan. Norjalaisissa laboratorio- ja kenttäkokeissa kalsium-magnesiumasetaatilla (CMA) ei havaittu kasville haitallisia vaikutuksia keväällä, mutta rönssyrölli/kylänurmikaviheriö ei selvinnyt yhtään paremmin, koska CMA harvoin sai aikaan yli 2 cm syviä kuoppia jääkerrokseen (Kvalbein & Aamlid 2008). Tästä syystä CMA:ta ei suositella viheriöille, ja tämän vahvistivat myöhemmät yhdysvaltalaiset kokeet, joissa CMA aiheutti yhtä suuren kasvivaurioiden riskin kuin NaCl ja hieman suuremman kuin KCl, jos sitä käytettiin samalla annostuksella (Hollman et al. 2017).

Puuhiili, musta hiekka tai ohut kerros mustaa orgaanista lannoitetta voivat olla hyvin tehokkaita jään sulattamisessa, kun auringon energiaa on enemmän saatavilla maaliskuussa. Tämä on turvallisempi vaihtoehto kuin kemialliset sulatusaineet (Hollman et al. 2017), ja se vastaa sitä, mitä kolme neljästä kentänhoitajasta teki ICE-BREAKER-projektissa lumen poiston jälkeen maaliskuussa. Tumma savipohjainen kevytsora (LECA) voi myös tehostaa jään sulamista (Kuva 33), vaikkakin suuret rakeet täytyy poistaa lehtipuhaltimella, kun jää on sulanut.

Lisätietoa jään murtamisesta ja sulattamisesta löydät STERF:n tietosivusta: [Anoksia – milloin murtaa jää?](#)



Kuva 33a,b: LECA® voi auttaa jään läpäisystä, jos auringon säteilyä on saatavilla. Nämä kuvat on otettu Sunnfjord GC:lla Norjassa. Rakeet sulattavat aukkoja jähän, vaikka sää oli osittain pilvinen. Kuva: Leiv Årseth.

KEVÄTSTRESSIT

Käytännön kentänhoidossa edellisen kauden hoitotoimien ja talven aikana koettujen monien räsitusten lopulliset vaikutukset näkyvät yleensä vasta 1–2 viikon kuluttua lumi- ja jääpeiton sulamisesta keväällä. Tämä on ratkaiseva ajanjakso, sillä talvesta selvinnyt nurmi on usein heikkoa ja tarvitsee parasta mahdollista hoitoa nopeaan toipumiseen. Yksi kentänhoitajan turhauttavimmista kokemuksista on, kun nurmi näyttää vihreältä ja terveeltä heti lumen ja/tai jään sulamisen jälkeen, mutta romahtaa muutamassa päivässä.

Kevään haasteet johtuvat usein yhdistelmästä suurta valolähtöä, kuivumista ja paluuta hapellisiin olosuhteisiin. Kun nurmi menettää kylmänsietokykynsä ja alkaa kasvaa, se on myös paljon alttiimpi matalille pak-

kaslämpötiloille. Kevään räsituksista voit lukea lisää STERF:n tietosivusta "[Kevätstressit: Vaikea siirtymä uuteen kasvukauteen](#)" sekä deakklimalisoitumisesta julkaisussa "[Lämpimät jaksot talvella](#)".

Kuivuminen

Olemme päättäneet luokitella kuivumisen kevään räsituksiksi, mutta suojaamattomat viheriöt voivat kuivua myös talvella. Talvikuivuminen tapahtuu, kun maa on jäässä eikä kasvi pysty ottamaan tarpeeksi vettä korvatakseen haihduttamisen aiheuttaman vedenmenetyksen. Tämä liittyy yleensä vähäiseen tai olemattomaan lumipeitteeseen, pakkaslämpötiloihin, tuuleen ja aurinkoiseen päiviin, jotka saavat ilmaraot avautumaan.

Valostressi ja oksidatiivinen räsitus

Kun nurmi altistuu uudelleen ilman hapelle, on vaarana, että jääpeiton aiheuttaman hapenpuutteen (hypoksia) tai pahimmassa tapauksessa hapettomuuden (anoksia) jälkeen kasvi alkaa tuottaa superoksidgeja (O_2^-), vetyperoksidgeja (H_2O_2) ja muita reaktiivisia happilajeja (ROS), jotka ovat kasveille myrkyllisiä (Blokchina et al. 2003). Riski kasvaa, mitä pidempi nurmi on ollut jääpeiton alla (Chalise & Merewitz 2025a), ja kun korkea valointensiteetti yhdistyy matalaan lämpötilaan pian jään sulamisen jälkeen. Fotosynteesi koostuu kahdesta reaktiosta, ja termiä "valoinhibitio" käytetään, kun fyysinen "valoreaktio", joka varastoi energiaa auringonvalosta, ei tahdistu kemiallisen (entsymaattisen) "hiilireaktion" kanssa, joka muuttaa energian sokeriksi. Viileinä ja kirkkaina kevätpäivinä valoreaktio toimii usein maksimaalisella nopeudella ja tuottaa liikaa energiaa, joka – hapen läsnä ollessa – päättyy ROS-yhdisteiksi, koska hiilireaktio hidastuu matalassa lämpötilassa (Huner et al. 1998). Kasvin puolustusmekanismi ROS:ia vastaan on antioksidanttien tuotanto, mutta tämä on usein kylänurmikalla riittämätöntä, mikä johtaa lajille tyypilliseen kevätkuolemaan. Kylänurmikalla tapahtuu keväällä fysiologisia ja morfologisia muutoksia, joita esiintyy huomattavasti vähemmän rönsyröllillä: kasvua estävän hormonin, etyleenin, tuotanto lisääntyy (Laskowski & Merewitz 2021), lehtien ja kasvupisteiden vahakerros ohenee (Chalise & Merewitz 2025b) jääpeiton alla olleilla kasveilla, ja lipidien hapettuminen tekee solukalvoista herkempiä

liukenemiselle jään sulamisen jälkeen (Laskowski & Merewitz 2021).

Aiemmin tässä käsikirjassa on käsitelty kasvien sopeutumista kylmään, mutta kasvit sopeutuvat myös erilaisiin valo-olosuhteisiin. Voimakas valo, erityisesti UV-säteily, voi vahingoittaa lehtien soluja vakavasti. Syksyllä matalassa valossa muodostuneet talvehtivat lehdet voivat helposti kärsiä shokin voimakkaasta kevätauringosta, kun lumi ja/tai jää sulaa huhtikuussa. Kylänurmikka muodostaa uusia lehtiä pidempään syksyllä kuin rönsyröllä, ja nämä myöhään muodostuneet lehdet ovat erityisen alttiita aminohappojen hajoamiselle, mikä johtaa fotosynteesikyvyn menetykseen jääpeiton aikana (Gendjar et al. 2024). Samanlaista aminohappojen hajoamista ei havaittu rönsyröllillä, joka pystyi jatkamaan fotosynteesiä syksyllä muodostuneilla lehdillä.

Jotkut ruoholajit selviytyvät kevään valostressistä tuottamalla antosyaania tai muita väripigmenttejä, jotka suojaavat solujen herkkiä osia. Tätä violettiä väriä on joskus erehdyksessä pidetty fosforin puutteena. Olemme havainneet antosyaaniväriä erityisesti luhtaröllillä (Kuva 34) ja karkeanurmikalla. Jälkimmäisen osalta on jopa spekuloitu, että pigmenttien tuotanto korkeassa valossa voisi olla teollisesti hyödynnettävissä (Petrella et al. 2016). Samoin joidenkin punanadan lajikkeiden tumma talviväri (kuva 34) voi johtua suojapigmenttien tuotannosta.



Kuva 34a,b. Varhainen vihertyminen viheriöllä, jossa on erilaisia ruoholajeja NIBIO Landvikissa vuonna 2009. Ylempi kuva otettu 31. maaliskuuta, kaksi viikkoa kahden kuukauden lumipeiton sulamisen jälkeen. Alempi kuva otettu 6. huhtikuuta. Kuvat: Trygve S. Aamlid.



Talvesta selvinneen nurmen hoito keväällä

Matalat maan lämpötilat rajoittavat kasvua keväällä. Kevätpäiväntasauksen jälkeen 21. maaliskuuta päivät ovat sitä pidempiä, mitä pohjoisemmaksi mennään, ja pidemmät päivät kompensoivat osittain matalampaa lämpötilaa kasvien kasvun kannalta korkeilla leveysasteilla (Hay 1990).

Harsot

Harsoja on monenlaisia. Valon läpäisevyys, kestävyys sekä veden ja kaasujen diffuusiokestävyyden vaihtelu ovat tuotteiden välillä suuria, samoin kuin hinta. Osa kentänhoitajista suosii kevyitä, valkoisia kuitukankaita (Agryl, Lutrasil), joita käytetään laajasti pohjoismaisessa puutarhavigilyssä. Toiset suosivat avoimempia 'Norgro'-harsoja (Kuva 35) tai kudotusta muovista valmistettua 'Evergreen'-harsoa (Kuva 36).

Harsot nostavat yleensä viheriön pinnan keskimääräistä vuorokausilämpötilaa 1–2 °C. Pilvisinä ja sateisina päivinä vaikutus on vähäinen, mutta lämpötila voi nousta jopa 5 °C aurinkoisina toukokuun päivinä. Liian suuri lämpötilan nousu voi rasittaa talvesta toipuvia kasveja, ja siksi monet kentänhoitajat käyttävät harsoja lähinnä yöpakkasten suojana, mutta poistavat ne päivisin. Yksikerroksinen harso ei yleensä riitä pitämään pintalämpötilaa plussan puolella kylmimpinä öinä, mutta nurmi on usein suojassa, koska kosteus tiivistyy harson alle.

Harsojen käyttö saa nurmen näyttämään vihreämmältä ja edistää lehtien pituuskasvua. Tähän vaikuttaa lämpötilan lisäksi myös osittainen varjostus ja harson alla muuttunut valon laatu. Muita etuja ovat suoja voimakkaalta tuulelta ja kuivumiselta, varsinkin jos kastelujärjestelmä ei ole vielä käytössä.

Tuoreet ICE-BREAKER- ja WINTER TURF -projekteissa tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että harsojen valovaiikutus, eli fotoinhibition välttäminen, voi olla yhtä tärkeä kuin lämpötilavaikutus. Lisätietoa tästä löytyy seuraavasta osasta, joka käsittelee nurmen uudelleenkylvöä siemenestä. Vaikka sekä lämpötila- että valovaiikutukset ovat tärkeitä talvesta selvinneelle nurmelle, suosittelemme kentänhoitajia olemaan varovaisia harsojen liikakäytön suhteen vanhalla nurmella. Usein olemme nähneet, että harson alla vihertynyt mutta heikko nurmi jää nopeasti jälkeen peittämättömästä nurmesta ennen kentän avautumista.

Kevätkastelu

Haihdunta henkiin jääneestä nurmesta alkaa aikaisin keväällä, ja kuivuus voi rajoittaa vihertymistä ja toipumista. Suosittelemme, että kentänhoitajat ottavat kastelujärjestelmät käyttöön mahdollisimman aikaisin keväällä. Kastelu laskee kasvuston lämpötilaa haihdunnan ansiosta, mutta kasteluveden lämpötilalla ei ole merkitystä. Suihkukastelussa pienet vesipisararat lämpenevät yleensä ilman lämpötilaan ennen kuin ne osuvat maahan (Hannesson 2009).

Kasvin vedenotto on rajoittunutta matalassa maaperälämpötilassa, joten liiallinen kastelu voi huuhtoa ra-



Kuva 35. Monien norjalaisten kentänhoitajien käyttämä suhteellisen avoin harso "Norgro". Lämpötilan nousu on pienempi kuin Agryl/ Lutrasil- (kuva 37) tai Evergreen- (kuva 36) -harsoilla. Kuva: Trygve S. Aamlid



Kuva 36. Nopeampi vihertyminen Evergreen-harsolla Haga GC:lla Norjassa huhtikuun lopulla 2021. Kuva: Trygve S. Aamlid.

vinteita helpommin keväällä kuin kesällä. Muista, että ravinteiden huuhtoutuminen voi olla merkittävää viheriöillä, joissa kasvusto on harvaa.

KUOLLEEN NURMEN UUELLEEN PERUSTAMINEN

STERF on määrittänyt talvivaurioiden jälkeisen uudelleen perustamisen osaksi talven stressinhallintaa, ja julkaissut vuonna 2025 päivitetyn tietosivun "[Uudiskylvöt ja palautuminen talvituhoista keväällä](#)".

Uudelleen perustaminen siemenestä on aina haastavaa (Kuva 37). Matalat lämpötilat hidastavat itämistä. Liiallinen tai liian vähäinen kuitukerros kuolleissa kohdissa voi heikentää siemenen kosteuden ja hapen saantia, itämisen perusedellytyksiä. Osittain kuolleet viheriöt ovat ehkä kaikkein haastavimpia, koska talvesta selvinnyt nurmi ja nuoret ruohotaimet vaativat hyvin erilaista hoitoa ja ylläpitoa.

Itämistä ja taimien kasvua estävät tekijät jääpeiton jälkeen?

Monet kentänhoitajat olettavat, että jääpeiton tappamat viheriöt sisältävät myrkyllisiä aineita ja ovat siksi vaikeammin uudelleen perustettavissa kuin viheriöt, jotka ovat tuhoutu-neet pakkasen tai lumihomeen vuoksi. Tämä oletus saa tukea norjalaisista kasvihuonetutkimuksista (Brandsæter ym. 2005) ja käytännön havainnoista Islannin heinäpelloilla (Gudleifsson 1994), mutta omat tutkimuksemme rönsyröllin ja punanadan siementen itämisestä ja juurten kasvusta, kun idätyspaperi oli kostutettu jääpeitteisten viheriöiden vesiutteilla, eivät ole vahvistaneet tätä oletusta. Tunnistimme voi- ja etikkahapon sekä niiden esterit kuitukerroksesta pian jään sulamisen jälkeen, mutta nämä yhdisteet olivat hyvin haihtuvia ja katosivat päivässä tai kahdessa. Jatkotutkimuksessa saksalaiset opiskelijat havaitsivat, että voi- ja etikkahapon pitoisuuksien tuli olla vähintään kymmenen kertaa korkeampia kuin jääpeitteisillä viheriöillä havaittujen, jotta ne häittäisivät itämistä. Näiden löydösten perusteella voimme päätellä, ettei ole tieteellistä näyttöä siitä, että myrkylliset aineet jääpeiton jälkeen kasvualustassa tai maassa estäisivät siementen itämistä tai taimien kasvua golfviheriöillä (Waaen ym. 2018 ja julkaisemattomat tulokset 2024).

Nurmilajit, lajikkeet ja siementen käsittely

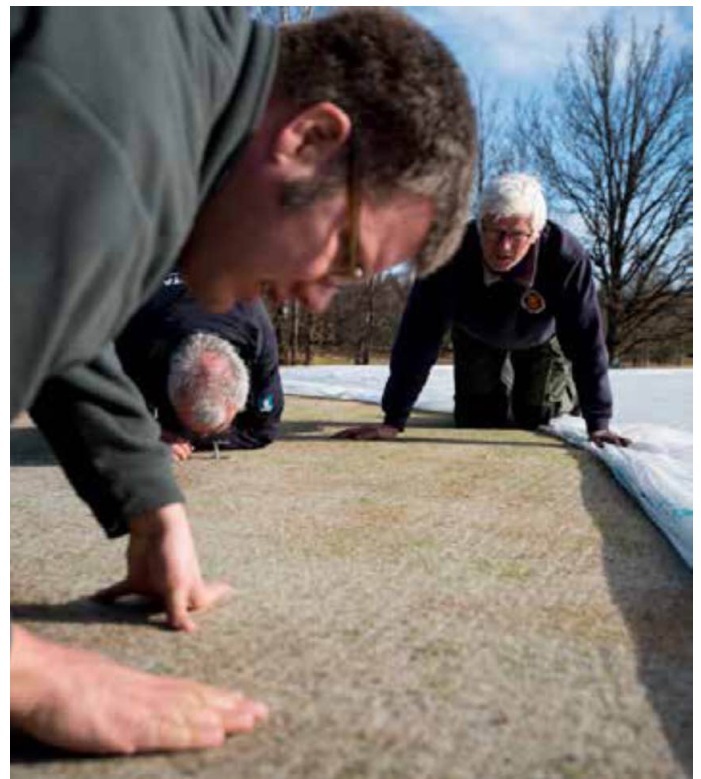
Kylänurmikka muodostaa valtavan siemenvaraston monilla golfviheriöillä (Lush 1988), mutta usein kestää kaksi-kolme kuukautta, ennen kuin tämä siemenpankki palauttaa talvivaurioituneiden viheriöiden pelattavuuden. Kentänhoitajat voivat hyödyntää tätä tilaisuutta ja muuttaa viheriöidensä kasvilajikoostumusta kylvämällä rönsyröllä (Stier 2005) tai muita kestäviä lajeja. Useat tutkijat ovat arvioineet rönsyröllilajikkeiden itämisnopeutta ja kykyä muodostaa kasvustoa matalissa maaperän lämpötiloissa (Heineck ym. 2019, Carroll ym. 2020, Ebdon & Dacosta 2021, Lönnberg & Blusi 2023, Dacosta ym. 2025). Yhtenäisin tulos näissä tutkimuksissa on, että lajikkeet 'Independence' ja 'Memorial' viivästyvät matalissa lämpötiloissa enemmän kuin uudemmat lajikkeet kuten '007', 'Luminary', 'Declaration' ja 'Pure Select'. Waaen & Kvalbein (2016) sekä Ebdon & Dacosta (2021) havaitsivat myös, että nurmiröllä itää matalassa lämpötilassa nopeammin kuin monet rönsyröllin lajikkeet, kun taas luh-taröllä itää merkittävästi hitaammin.

Nopeimmin viileän ilmaston nurmilajeista muodostavat kasvuston siemenestä matalassa lämpötilassa englannin-raiheinä ja sen jälkeen karheanurmikka. Tämän vuoksi jotkut kentänhoitajat käyttävät näitä lajeja väliaikaisina suojakasveina (peitekasveina) uudelleen perustettaessa talvivaurioituneita viheriöitä keväällä. Suojakasvi voidaan kylvää yksinään, esimerkiksi kuolleille kylänurmikkaviheriöille (Lönnberg & Aamlid 2021), tai sekoitettuna rönsyröllin tai muun kestävän lajin kanssa. Heltoft ym. (2021) havaitsivat, että englanninraiheinä suojakasvina oli hie-man nopeampi kuin karheanurmikka, mutta myös kilpailukykyisempi rönsyrölliin verrattuna.

Jotkut tutkijat ovat kokeilleet siementen esikäsittelyä tai toistuvia kasvien terveyttä edistävien tuotteiden levityksiä kylvön jälkeen nopeuttaakseen taimettumista ja kasvuston kehitystä talvivaurioituneilla viheriöillä (DaCosta ym. 2025). Osa tuotteista voi lyhentää itämisaikaa laboratoriossa 2–3 päivällä (esim. DaCosta ym. 2015), mutta kenttäolosuhteissa parannukset ovat olleet harvinaisia. Mielenkiintoinen yhdiste, joka vaatii lisää tutkimusta, on kasvihormoni gibberelliinihappo (GA3), joka yhtenä vuonna kaksinkertaisti kasvuston peittävyuden neljän viikon jälkeen, kun sitä käytettiin rönsyröllin 'Luminary' -lajikkeen siementen käsittelyssä NIBIO Landvikissa (Dacosta ym. 2025). Tätä tulosta ei kuitenkaan voitu vahvistaa talvivaurioituneiden viheriöiden uudelleen perustamisessa Keski- ja Pohjois-Ruotsissa (Lönnberg & Blusi 2023).

Kylvöajankohta

Waaen & Kvalbein (2016) havaitsivat, että kylänurmikalla on matalampi optimaalinen itämis- ja taimikasvun lämpötila kuin rönsyröllillä. Tästä syystä on esitetty, ettei kylvöä tal-



Kuva 37. Rönsyröllin taimia etsitään talvesta kärsineellä viheriöllä Vestfold GC:lla keväällä 2018. Kuva: Lily Watkins.



Kuva 38. Koe eri kylvöajankohdilla ja rönsyröllilajikkeilla kuolleella kylänurmikkaviheriöllä NIBIO Landvikissa huhtikuussa 2024. Kuva: Trygve S. Aamlid.

vivaurioiden jälkeen tulisi tehdä mahdollisimman aikaisin, vaan odottaa kunnes maaperän lämpötila on noussut vähintään 10 °C:een. Kolmea eri kylvöajankohtaa rönsyröllille ja kaupalliselle kylänurmikkalajikkeelle, jotka kylvettiin 7–14 päivän välein, testattiin kylvämättömään kontrolliin verrattuna rinnakkaisissa kenttäkokeissa Michiganissa, USA:ssa (Perkinson & Frank 2025) ja Norjassa (Bekken & Aamlid 2025, Kuva 38) kahden vuoden ajan. Tulokset molemmissa paikoissa osoittivat, ettei kevätkylvöä kannata viivästyttää. Aikaisin kylvöajankohta, joka Norjassa oli maaliskuun lopussa tai huhtikuun alussa, jolloin maaperän lämpötila oli keskimäärin 5 °C, tuotti rönsyröllin parhaan kokonaispeittävyuden sekä suurimman suhteellisen osuuden kylänurmikkaan nähden. Kokeessa oli mukana neljä eri rönsyröllilajiketta, mutta lajikkeiden välillä ei havaittu merkittäviä eroja uudelleen perustumisessa missään koepaikassa (Perkinson & Frank 2025, Bekken & Aamlid 2025). Michiganin kokeessa kaupallinen kylänurmikkalajikelajike 'Two Putt' menestyi huonoiten (Perkinson & Frank 2025).

Valmistelut ja kylvömenetelmät

Useat kenttäkokeet talvivaurioituneilla kylänurmikkaviheriöillä Keski- ja Pohjois-Ruotsissa ovat osoittaneet, että vanhaskylvökoneet, eli koneet jotka leikkaavat siemenen kasvualustaan/kuitukerrokseen noin 1 cm syvyyteen, tuottavat

yleensä paremman taimettumisen kuin pudotuskylvökoneet, jotka jättävät siemenen pinnalle (Lönnberg & Aamlid 2021). Ilmeinen selitys tälle on, että siemenet tarvitsevat maakontaktin imeäkseen vettä ja aloittaakseen itämisen. Nurmen rakokylvökoneita on saatavilla jopa 3 cm riviväleillä, ja niitä tulisi aina käyttää kahteen eri suuntaan, jotta vältetään tarpeettomat raot ja edistetään nopeampaa toipumista (Kuva 39).

Harsojen käyttö

Viileän ilmaston nurmikasvien optimaalinen itämislämpötila on yleensä korkeampi kuin optimaalinen versomislämpötila. Tämän vuoksi suhtaudumme myönteisemmin harsojen käyttöön perustettaessa nurmea siemenestä kuin pyrkiessä nopeuttamaan talvehtineen nurmen vihertymistä keväällä. Harsoilla on paitsi positiivinen vaikutus maaperän lämpötilaan ja kosteuteen myös tärkeä rooli juuri itäneiden taimien valostressin estäjänä. Kuvat 40 ja 41 osoittavat, että Evergreen- ja Evergreen Radiant -harsot johtivat terveimpiin itäviin taimiin ja nopeimpaan nurmipeiton kehittymiseen Landvikin kokeessa keväällä 2025 (Aamlid, Borchert ym. 2025). Tulokset ovat alustavia, mutta antavat hyvän esimerkin siitä, miten harsot voivat suojata uusia kylvöksiä valostressiltä.



Kuva 39. Kolmen vuoden toistuvan uudelleenkylvön / täydennyskylvön tulos kolmella eri rönsyröllilajikkeella (yksi sekä esikäsittelyllä että käsittelemättömällä siemenellä) rakokylvökoneella kylänurmikkaviheriöllä Pohjois-Ruotsissa. Kuva: Carl Johan Lönnberg.



Kuva 40a,b. Kenttäkoe NIBIO Landvikissa, kylvetty 4.4.2025 erilaisilla harsoilla nopeuttamaan rönsyröllin perustamista, heti kylvön jälkeen (vas.) ja 18 päivää myöhemmin (oik.). Kuvat: Trygve S. Aamlid.



a) Kontrolli ilman harsoa



b) Agryl-kuitukangas



c) Evergreen



d) Evergreen Radiant

Kuva 41 a-d. Lähikuvat rönsyröllin taimista: kontrolli ilman harsoa sekä alat, joissa käytetty Agryl-kuitukangasta, Evergreen Original- ja Evergreen Radiant-harsoja. Kuva otettu harsojen viimeisen poiston yhteydessä 29.4.2025. Kuvat: Ove Hetland.

”Huonon kohdan syndrooma”

”Sillä sille, jolla on, annetaan, ja siltä, jolla ei ole, otetaan pois sekin mitä hänellä on.” Mark. 4:25.

Tietääksemme ”huonon kohdan syndroomaa” ei ole aiemmin kuvattu kansainvälisessä nurmitutkimuksessa. Tämä luku pyrkii luomaan mallin, joka auttaa kentänhoitajia ymmärtämään, miksi kuolleiden viheriöiden uudelleenperustaminen on joskus erittäin hankalaa.

Olemme aiemmin todenneet, että runsas orgaanisen aineen määrä kasvualustassa lisää hypoksian ja talvivaurioiden riskiä tiiviiden katteiden alla (Rochette ym., 2005) ja todennäköisesti myös jään alla. Nyt väitämme, että matala orgaanisen aineen määrä, joka johtuu usein huonosta kasvusta ja esimerkiksi kuivuudesta, lisää talvivaurioiden riskiä ja vaikeuttaa nurmen uudelleenperustamista ja tasalaatuisen viheriön aikaansaamista.

Huonot kohdat alkavat heikosta kasvusta

Nurmen kasvunopeudet viheriöillä vaihtelevat monista syistä. Yksi syy on epäoptimaalinen viheriön rakenne. Usein havaitaan, että USGA-rakenteisten viheriöiden reunoilta puuttuvat pystysuorat esteet, mikä johtaa reunaoisien kuivumiseen, erityisesti lähellä bunkkereita tai kun viheriö on ympäristöään korkeammalla (Kuva 42).

Golfaajien ja koneiden aiheuttama kulutus ja tiivistyminen ovat myös syitä kasvin heikentyneeseen kasvuun. Kulutuksen määrä näkyy usein orgaanisen aineksen pitoisuudessa eri kohdissa viheriötä. Aaltoilevilla tai uusituilla viheriöillä voi esiintyä skalpeerautumista, tai tuplaleikkuut voivat alentaa leikkuukorkeutta viimeistelykierroksella. Triplex-leikkurit aiheuttavat myös viheriön reunojen tiivistymistä (Kuva 43).

Kolmas kasvin kasvua heikentävä tekijä ovat sienitaudit, kuten noidankehät tai mustatyvitauti (*Gaeumannomyces graminis*). *Microdochium*-lumihometta esiintyy useammin kuivemmilla viheriön osilla ja ne liittyvät joskus paikallisiin kuiviin kohtiin. Kasvun heikkouteen voi siis olla



Kuva 42. Viheriön kuiva reuna, joka johtuu ympäröivän maan vedenpidätyksestä ja syvästä bunkkerin salaojasta. Kuva: Agnar Kvalbein.



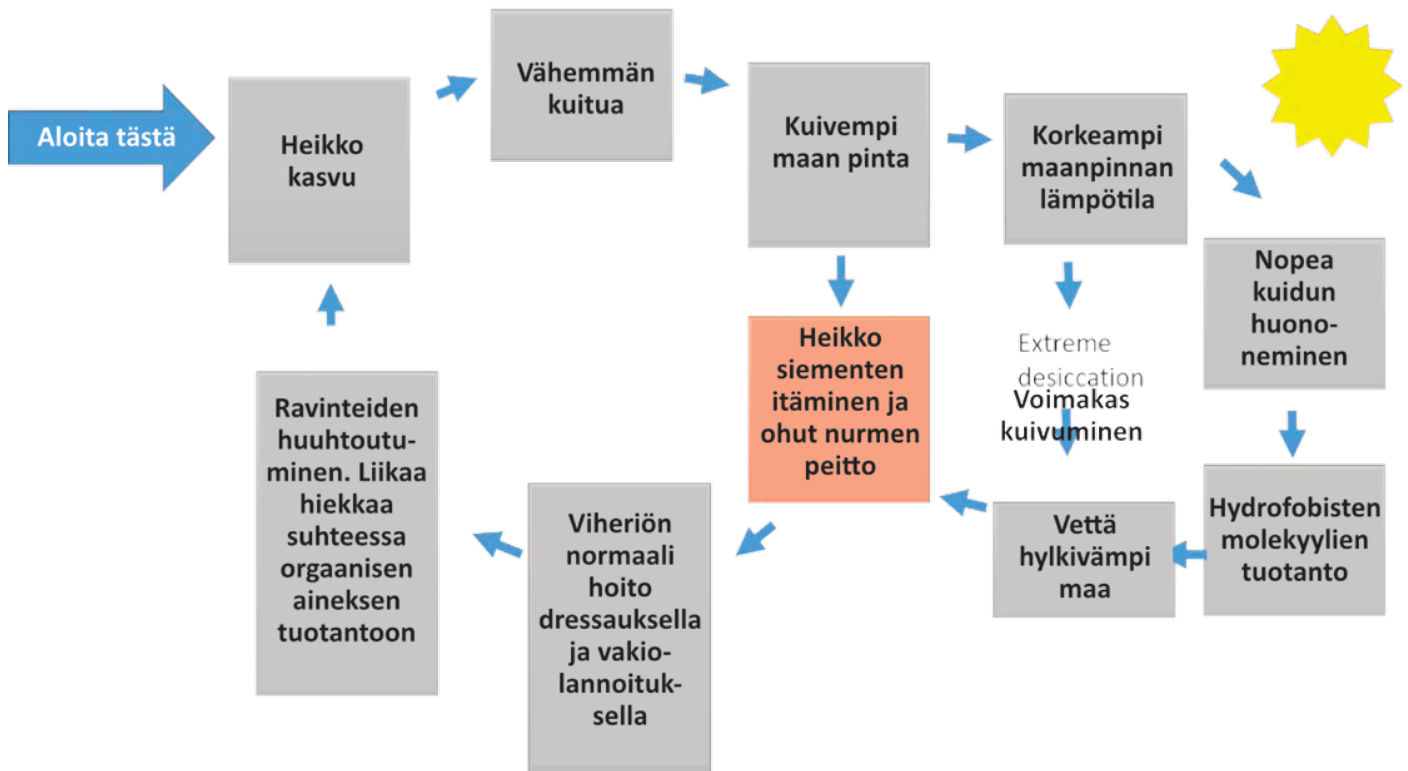
Kuva 43. Tyypillinen kuvio huonosti uudelleenperustetulla viheriöllä. Kuva otettu Pohjois-Norjassa elokuussa. Huonot kohdat liittyvät kulutukseen (viimeistelykierros) ja kuivuuteen. Kuva: Agnar Kvalbein.

monia syitä, mutta pääasia on, että heikko kasvu tuottaa liian vähän kuitua, ja samalla kasvuun vaikuttava stressi lisää talvikuoleman riskiä sekä vaikeuttaa uuden nurmen perustamista siemenestä.

Kun konsultoimme golfkenttiä, joiden viheriöiden uudelleenperustaminen ei ole onnistunut, mittaamme usein hyvin matalia maan kosteuspitoisuuksia 5 cm pintakerroksessa, tyypillisesti vain 4–8 tilavuus-%. Maaprofilin tarkempi



Kuva 44. Maaprofiili huonon kohdan alla (vas.) ja normaalin nurmen alla (oik.). Molemmille aloille on levitetty sama määrä samanlaista dressaushiekkää. Heikko kasvu keväällä 2013 aiheutti kerroksellisuutta huonossa kohdassa. Hiekan pinnalla on ohut orgaaninen kerros kesästä 2013. Syksyllä viheriö oli hyvässä kunnossa. Keväällä 2014 nurmi kuitenkin kuoli, todennäköisesti *Microdochium nivalen* seurauksena. Hiekka oli hydrofobista, ja viheriön uudelleenperustaminen oli vaikeaa puhtaan hiekkakerroksen vuoksi. Kuvat: Agnar Kvalbein.



Kaavio 9. Huonon kohdan syndrooma. Malli selittää, miksi joitakin talvikuolleita kohtia viheriöllä on erittäin vaikeita uudelleenperustaa.

tarkastelu paljastaa, että orgaanisen aineen määrä on hyvin alhainen ylimmissä senttimetreissä. Pintakerroksen isot huokokset eivät pysty pidättämään vettä, vaan vesi siirtyy nopeasti alempaan hienompaan huokostilaan (Kuva 44).

Huonot kohdat sijaitsevat yleensä paikallisilla kuivilla alueilla. Ne ovat viheriön korkeimmilla paikoilla, reunoilla tai alueilla, joilla kastelun kattavuus on puutteellista. Hydrofobinen maaperä kehittyy orgaanisen aineen hajoamisesta (Doerr ym. 2000, York & Canaway 2000), ja ”rasvaisten”, vettä hylkivien yhdisteiden määrä kasvaa ajan myötä (Spaccini & Piccolo 2009). Huonoissa kohdissa orgaaninen aines hajoaa nopeasti, koska niukan kuidun vuoksi happi pääsee nopeasti maahan, ja harva kasvusto nostaa maaperän lämpötilaa. ”Huonon kohdan” kehittyminen on esitetty kuvassa 9.

Kuinka korjata huonot kohdat?

Yksinkertaista vastausta ei ole. Tavoitteena on lisätä vedenpidätyskykyä huonoissa kohdissa, mutta ilman että sa-



Kuva 45. Keväällä siirtonurmella korjatut talvivauriot. Kuva otettu 9.9.2006. Kuva: Agnar Kvalbein.

malla syntyy liiallista kuitua hyvin säilyneeseen nurmeen viheriön muissa osissa.

Jos huonot alueet ovat suuria, ja käytettävissä on ammattitaitoinen henkilökunta sekä laadukasta, yhteensopivalla hiekalla kasvatettua siirtonurmea, voi helpoin ratkaisu olla talvikuolleiden alueiden uudelleenperustaminen siirtonurmella. Emme kuitenkaan pidä tätä helppona ratkaisuna – siirtonurmetetut kohdat muuttuvat usein hydrofobisiksi, ja tasalaatuisen pelipinnan saavuttaminen on vaikeaa (Kuva 45).

Vaihtoehto siirtonurmelle on huolellinen käsityö: kuidun poisto tai rikkominen, hyvän, kypsän kompostin sekoitus pintakerrokseen, täsmäkylvö käsi-ilmastimella, tasainen ja säännöllinen lannoitus sekä käsikastelu hienojakoisella suihkusuuttimella. Manuaalinen kastelu (Kuva 48) on erityisen hyödyllistä, koska kastelujärjestelmän isot ja raskaat pisarat siirtävät helposti siemenet ja dressausmateriaalin ympäröivään nurmeen, jolloin kuolleet kohdat jäävät painuneiksi ja karkeahiekkaisiksi. Tällaisissa tapauksissa dressaushiekan ja orgaanisen materiaalin, kuten hienojakoisen puutarhakompostin tai vähäravinteisen lannoitteen, sekoituksella auttaa nostamaan ja tasaamaan siementien ympärillä olevaa kosteutta ja antaa ravinteita taimien kasvulle.

Osittain kuolleiden viheriöiden leikkuukin on haastavaa. Uudelleen kylvetty alueet ovat usein epävakaita, ja jo yksittäiset leikkurin tai jalan jäljet voivat helposti tuhota taimet (Kuva 46).

Jos onnistut saamaan uusia taimia itämään, tarvitsevat ne runsaasti lannoitetta hyödyntääkseen kasvupotentiaalinsa. Peukalosääntönä voidaan pitää, että viheriön perustaminen vaatii kolme kertaa enemmän lannoitetta kuin vakiintunut nurmi. Tämä näkyy myös suurempana ravinnevalu-

mariskinä perustamisvaiheessa (Aamlid, Kvalbein & Petersen 2017), joten tiheät (vähintään viikoittaiset) lannoitukset ovat välttämättömiä korkean kasvunopeuden saavuttamiseksi ja ravinnehäviöiden minimoimiseksi. Paikkalannoitus on suositeltavaa niin kauan kuin huonot kohdat näkyvät.

Voisiko savimineraalidressaus tai vettä pidättävien polymerien käyttö huonossa kohdassa olla vaihtoehto? Tällainen toimenpide aiheuttaa pysyvää vaihtelua kasvualustan ominaisuuksiin, ja useimmat kentänhoitajat epäröivät käyttää tällaisia aineita, ellei niitä sekoiteta koko viheriön kasvualustaan.



Kuva 46. Jalanjäljet Kylöksessä epävakaalla kasvualustalla. Kuva: Agnar Kvalbein.



Kuva 47. Miten nämä taimet selviytyvät ympäröivän kypsän ruohon, pelaajien ja päivittäisen leikkuun keskellä? Kuva: Agnar Kvalbein.



Kuva 48. Käsikastelu letkulla ja hienojakoisella suuttimella on välttämätöntä, kun osittain kuolleita viheriöitä perustetaan uudelleen talvivaurioiden jälkeen. Kuva kasvatuskokeesta NIBIO Landvikissa. Kuva: Agnar Kvalbein.

LÄHDEVIITTEET

Aamlid, T.S. 2023. Severe winter damage and late opening of golf courses in Norway 2023. Winter Turf Newsletter, July 2023. <https://mailchi.mplumn/winterturf-news-9366554?e=12569cb275>

Aamlid, T.S., M. Almvik, T. Pettersen & R. Bolli 2020. Leaching and surface runoff after fall application of fungicides on putting greens. *Agronomy Journal* 113: 3743–3763.

Aamlid, T.S., A. Borchert, T. Pettersen, P. Lawicka, I. Eik & O. Hetland 2025. Spring covers enhance creeping bentgrass (re)establishment in early spring by higher soil temperatures and less photoinhibition. Winter Turf Newsletter, July 2025. <https://mailchi.mplumn/winterturf-news-10348944>

Aamlid, T.S., T. Espevig, B. Molteberg & A. Tronsmo 2017. Microbiological Products for control of *Microdochium nivale* on golf greens. *Crop Science* 57: 559–566

Aamlid, T.S., T. Espevig, B. Molteberg, A. Tronsmo, O.M. Eklo, I.S. Hofgaard, G. H. Ludvigsen & M. Almvik 2009. Disease control and leaching potential of fungicides on golf greens with and without organic amendments to the sand-based rootzone. *International Turfgrass Society Research Journal* 11: 903–917.

Aamlid, T.S. & V. Gensollen 2014. Recent achievements in breeding for turf quality under biotic and abiotic stress. In: *Quantitative traits breeding for multifunctional grasslands and turf*. (Eds. D. Sokolovic, C. Huyghe & J. Radovic). p. 189–196. Springer Science + Business Media, Dordrecht, Netherlands.

Aamlid, T.S., K.J. Hesselsoe & T. Pettersen 2025. Optimal ratios between Chewings fescue and slender creeping red fescue in seed blends and mixtures for golf course putting greens. *International Turfgrass Research Journal* 15: 1005–1010.

Aamlid, T.S., A. Kvalbein & T. Pettersen 2017. Evaluation of an amino acid based fertilizer for grow-in of creeping bentgrass putting greens. *Crop Science* 57(S1): S357–S360.

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

Aamlid, T.S., L. Nesheim, T. Pettersen, F. Enger & P. Vesterbukt 2012. *Poa pratensis* or *Lolium perenne* for establishment and overseeding of Scandinavian football (soccer) pitches. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil & Plant Science* 62 (Supplement 1): 32–34.

Aamlid, T.S., O. Niemeläinen, K. Paaske, D. Widmark, P. Ruuttunen & A. Kedonperä 2018. Evaluation of a petroleum-derived spray oil for control of *Microdochium* patch and turfgrass spring performance on Nordic golf greens. *Agronomy Journal* 110: 2189–2197.

Aamlid, T.S. & T. Pettersen 2013a. Effect of the plant growth regulator trinexapac-ethyl on turf quality, concentration of total nonstructural carbohydrates, and infection of *Microdochium nivale* in greens-type *Poa annua* in Scandinavia. *International Turfgrass Society Research Journal* 12: 801–803.

Aamlid, T.S. & T. Pettersen 2013b. Effect of the turf colorant Transition HC on infection with *Microdochium nivale*, winter survival and spring recovery on a Scandinavian putting green. *Bioforsk Report* 8(87). 23 pp.

Aamlid, T.S., G. Thorvaldsson, F. Enger & T. Pettersen 2012. Turfgrass species and varieties for Integrated Pest Management of Scandinavian putting greens. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science*, 62(Supplement 1): 10–23.

Aamlid, T.S., W.M. Waalen & T. Espevig. 2015. Fungicide strategies for the control of turfgrass winter diseases. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil & Plant Science* 65: 161–169.

Acharya, K.R. & S. Fei 2025. The surprising benefits of freezing on winter survival of perennial ryegrass. Winter Turf Blog, 17 July 2025. <https://winterturf.umn.edu/surprising-benefits-freezing-winter-survival-perennial-ryegrass>

Adrees, M., S. Ali, M. Rizwan, F. Ibrahim, M. Abbas, M. Farid, M.K. Ziaur-Rehman, S.A. Irshad & S.A. Bharwana 2015. The effects of excess copper on growth and physiology of important food crops: a review. *Environmental Science and Pollution Research* 22: 8148–8162.

Anchordoguy, T.J., A.S. Rudolph, J.F. Carpenter & J.H. Crowe 1987. Modes of interaction of cryoprotectants with membrane phospholipids during freezing. *Cryobiology* 24: 324–31.

Andrews, C.J. & M.K. Pomeroy 1990. Low temperature anaerobiosis in ice encasement damage to winter cereals. In: *Plant Life Under Oxygen Deprivation*. (Eds. M.B. Jackson, D.D. Davis & H. Lambers) pp. 85–99. SPS Academic Publishing.

Balakhnina, T. & A. Borkowska 2013. Effects of silicon on plant resistance to environmental stresses: review. *International Agrophysics* 27: 225–232.

Bauer, S., D. Lloyd, B.P. Horgan & D.J. Soldat 2012. Agronomic and physiological responses of cool-season turfgrass to fall-applied nitrogen. *Crop Science* 52: 1–10.

Beard, J.B. 1963. Winter injury of turfgrasses associated with ice sheets. *USGA Green Section Record* 1(3): 1–3.

Beard, J.B. 1964. Effects of ice covers in the field on two perennial grasses. *Crop Science* 5: 139–140.

Beard, J.B. 1965. Effects of ice, snow and water covers on Kentucky bluegrass, annual bluegrass and creeping bentgrass. *Crop Science* 4: 638–640.

Beard, J.B. 1966. Direct low temperature injury of nineteen turfgrasses. *Quarterly Bulletin of the Michigan Agricultural Experiment Station* 48(3): 377.

Beard, J.B. & C.R. Olien 1963. Low temperature injury in the lower portion of *Poa annua* L. crowns. *Crop Science* 3: 362–363.

Beard, J.B. & P.E. Rieke 1966. The influence of nitrogen, potassium and cutting height on the low temperature survival of grasses. *Agronomy Abstracts* 58: 34.

Bekken, M. & T.S. Aamlid 2025. The conundrum that is annual bluegrass. Winter Turf Newsletter, November 2025. <https://mailchi.mplumn/winterturf-news-10351198>

Berkelmann-Löhnertz, B., S. Klärner, B. Flemming, H.P. Schwarz, R. Keicher, M. Pfliehringer & O. Lähnerz 2015. Results of two consecutive years on mould prevention in viticulture by means of UVC application of vines (*Vitis vinifera* L.). *BIO Web of Conferences* 5: 01025.

- Bertrand, A., Y. Castonguay, A. Azaiez, T. Hsiang, & J. Dionne 2011. Cold-induced responses in annual bluegrass genotypes with differential resistance to pink snow mold (*Microdochium nivale*). *Plant Science* 180: 111-119.
- Bertrand, A., Y. Castonguay, P. Nadeau, S. Laberge, R. Michaud, G. Bélanger & P. Rochette 2003. Oxygen deficiency affects carbohydrate reserves in overwintering forage crops. *Journal of Experimental Botany* 54: 1721-1730.
- Bier, P.V., M. Persche, P. Koch & D.J. Soldat 2018. A long term evaluation of differential potassium fertilization of a creeping bentgrass putting green. *Plant and Soil* 431: 303-316.
- Björnsson, H. 1986. Statistisk analys och planläggning av laboratorieforsök med frost- och isresistens. (Statistical analysis and planning of laboratory testing of freezing and ice tolerance). In: NJF seminar nr 84: Lantbruksväxternas övervintring. p. 176-179. (In Swedish).
- Blokhina, O., E. Virolainen & K.V. Fagerstedt 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of Botany* 91: 179-194.
- Boulter, J.I., G.J. Boland & J.T. Trevors 2002. Assessment of compost for suppression of *Fusarium* patch (*Microdochium nivale*) and *Typhula* blight (*Typhula ishikariensis*) snow molds of turfgrass. *Biological Control* 25: 162-172.
- Brandsæter, L.O., E. Haugland, M. Helgheim, G.E. Gudleifsson & A.M. Tronsmo 2005. Identification of phytotoxic substances in soil following winter injury of grasses as estimated by a bioassay. *Canadian Journal of Plant Science* 85: 115-123.
- Braun R.C., A.J. Patton, E. Watkins, P.L. Koch, N.P. Anderson, S.A. Bonos & L.A. Brilman 2020. Fine fescues: A review of the species, their improvement, production, establishment and management. *Crop Science* 60: 1142-1187.
- Brush, R.A., M. Griffith & A. Mlynarz 1994. Characterization and quantification of intrinsic ice nucleators in winter rye (*Secale cereale*) leaves. *Plant Physiology* 104: 725-735.
- Carroll, D.F., J.E. Kaminski & P.J. Landschoot 2020. Creeping bentgrass seed germination in growth chambers at optimal and suboptimal temperatures. *Crop, Forage & Turfgrass Management* 6: e20068.
- Castonguay, Y., G. Thibault, P. Rochette, A. Bertrand, S. Rochefort & J. Dionne 2009. Physiological responses of annual bluegrass and creeping bentgrass to contrasted levels of O₂ and CO₂ at low temperatures. *Crop Science* 49: 671-689.
- Chalise, D.P. & E. Merewitz 2025a. Anaerobic and antioxidant activity in annual bluegrass (*Poa annua*) following ice encasement stress. *Journal of Agronomy and Crop Science* 211: e70101.
- Chalise, D.P. & E. Merewitz 2025b. Leaf and crown cuticular wax responses in annual bluegrass (*Poa annua* L.) plants exposed to ice encasement. *Journal of Agronomy and Crop Science* 211: e70009.
- Chen, Y., T. Pettersen & T.S. Aamlid 2024. Turfgrass quality, growth rates and annual bluegrass contamination as affected by seasonal fertilizer distribution on red fescue putting greens. *International Turfgrass Society Research Journal* 15: 267-278.
- DaCosta, M., K. Jia & J.S. Ebdon 2015. The effects of seed priming on low temperature germination traits in creeping bentgrass. *ASA, CSSA and SSSA International Annual Meetings 2015*: 95454.
- DaCosta, M., J. Lu, J.S. Ebdon, E. Watkins, E., D. Petrella, D., M. Bekken, T. Pettersen & T. Aamlid, 2025. Effects of cultivar, synthetic cover, and plant health products on creeping bentgrass establishment in early spring. *International Turfgrass Society Research Journal* 15: 624-635.
- Dalmanndottir, S., M. Jørgensen, M. Rapacz, L. Østrem, L., A. Larsen, R. Rødven & O.A. Rognli 2017. Cold acclimation in warmer extended autumns impairs freezing tolerance of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and timothy (*Phleum pratense*). *Physiologia Plantarum* 160: 266-281.
- Danneberger, K. 2023. A lesson on frost heave from Iceland's best. *Golfdom* 79(6): 30.
- Dionne, J. 2000. Winter protection of annual bluegrass golf greens: How protective covers can reduce winter damage to putting greens. *USGA Green Section Record* 38(5): 11-13.
- Dionne, J., Y. Castonguay, P. Nadeau & Y. Desjardins 2001. Freezing tolerance and carbohydrate changes during cold acclimation of green-type annual bluegrass (*Poa annua* L.) ecotypes. *Crop Science* 41: 443-451.
- Dionne, J., S. Rochefort, D.R. Huff, Y. Desjardins, A. Bertrand, Y. Castonguay 2011. Variability for freezing tolerance among 42 ecotypes of green-type annual bluegrass. *Crop Science* 51(1): 321-336.
- Dodson, K.L., L.C. Chaves & M.R. Chavarria Sanchez 2018. Effect of shade on the cold tolerance of annual bluegrass and creeping bentgrass putting greens. *ASA, CSSA and SSSA International Annual Meetings 2018*: 112896.
- Dodson, K.L., L.C. Chaves & J.B. Ross 2016. Fall applications of nitrogen and potassium and their effect on winter hardiness of annual bluegrass (*Poa annua* L.) ASA, CSSA and SSSA International Annual Meetings 2016: 102848.
- Dodson, K. L., L.C. Chaves, J.B. Ross & D. Tompkins 2017. Cold tolerance in annual bluegrass exposed to anoxic and hypoxic conditions. *Crop Science* 57 (Special ITRC issue): S192-S200.
- Doerr, S.H., R.A. Shakesby & R.P.D. Walsh. 2000. Soil water repellency: its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance. *Earth-Science Reviews* 51: 33-65.
- Ebdon, S. & M. DaCosta 2021. Soil temperature mediated seedling emergence and field establishment in bentgrass species and cultivars during spring in the Northeastern United States. *HortTechnology* 31: 42- 52.
- Ergon, Å., S.S. Klemsdal, & A.M. Tronsmo 1998. Interaction between cold hardening and *Microdochium nivale* infection on expression of pathogenesis-related genes in winter wheat. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 53: 301-310.
- Ericsson, T., K. Blombäck, A. Kvalbein, K. Hesselsoe, T.S. Aamlid & A.F. Borchert 2021. Precision Fertilisation – From Theory to Practice. *STERF handbook*, updated 2021. <https://sterf.org/wp-content/uploads/2024/07/Precision-Fertilisation-Handbook-2021-final.pdf>
- Espevig, T. & T.S. Aamlid 2012. Effect of rootzone composition and irrigation regime on performance of velvet bentgrass putting greens. I. Turf quality, soil water repellency and nutrient leaching. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil & Plant Science* 62 (Supplement 1): 96-105.

- Espevig T. & T.S. Aamlid 2018. Winter diseases: Biotic winter damage. STERF Handbook Turf Grass Winter Survival. 9 pp. <https://sterf.org/wp-content/uploads/2024/08/Winter-diseases-Biotic-winter-damage-k.pdf>
- Espevig T., T.S. Aamlid, T.O. Pettersen & A. Kvalbein. 2018. Effect of nitrogen in late autumn on microdochium patch on Nordic golf greens. In: Different shades of green. 6th European Turfgrass Society Conference (ed. S. Brown) p. 16-17. Manchester, UK. 2-4 July 2018.
- Espevig T., M. DaCosta, L. Hoffman & T.S. Aamlid 2011. Freezing tolerance and carbohydrate changes of two *Agrostis* species during cold acclimation. *Crop Science* 51: 1188-1197.
- Espevig T., M. Höglind & T.S. Aamlid 2014a. Dehardening resistance of six turfgrasses used on golf greens. *Environmental and Experimental Botany* 106: 182-188.
- Espevig T., A. Kvalbein & T.S. Aamlid. 2014b. Effect of impeded drainage on water hardness of four grasses used on lawns/fairways. Turf grass winter survival. Abstracts from International Seminar 11-12 November 2014. *Bioforsk Fokus* 9(8): 17-18.
- Espevig T., T.O. Pettersen & T.S. Aamlid 2020. Potential of NanoPro to reduce fungicide rate for control of *Microdochium nivale* on an annual bluegrass (*Poa annua*) green. *BIO Web of Conferences*, 18 (00007) 5 pp. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201800007>
- Espevig T., M. Usoltseva & K. Norman 2020. Effects of rolling and N-fertilization on dollar spot and *Microdochium* patch on golf greens in Scandinavia. *BIO Web of Conferences*, 18 (0008). 4 pp. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201800008>
- Frank, K., P. Perkinson, E. Galbraith, D. Soldat & A. Kowalewski 2024. Late fall topdressing as a practice to reduce winter injury. *Golf Course Management* 92(7): 67.
- Frisk, C.A., M. Ferguson, C. Spring, T. Pettersen & T. Espevig 2023. Evaluation of different integrated turf management programs to reduce *Microdochium* patch. *NIBIO Report* 9(56). 26 pp.
- Gagkaeva, T., A. Orina, O. Gavrilova, M. Usoltseva, J.A. Crouch, K. Normann, K. Entwistle, T. Torp & T. Espevig 2022. In vitro fungicide sensitivity of *Clariireedia*, *Fusarium*, and *Microdochium* isolates from grasses. *International Turfgrass Society Research Journal*, 14: 972-980.
- Gaudet, D.A., A. Laroche & M. Yoshida M. 1999. Low-temperature wheat-fungal interactions: A carbohydrate connection. *Physiologia Plantarum* 106: 437-444.
- Gendjar, M., D.P. Chalise, R. Beaudry & E. Merewitz 2024. Influence of controlled condition ice encasement of creeping bentgrass and annual bluegrass on plant recovery, gas evolution, and metabolites. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 149: 230-242.
- Gendjar, M. & E. Merewitz 2023. Leaf, root, and crown tissue physiology of annual bluegrass after cold acclimation at varying soil moisture levels and ice encasement. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 148: 99-107.
- Gregos, J. & M.D. Casler 2011. Resistance of closely mown fine fescue and bentgrass species to snow mold pathogens. *Plante Disease* 95: 847-852.
- Griffith, M.M. & W.R. Yaish 2004. Antifreeze proteins in overwintering plants: a tale of two activities. *Trends in Plant Science* 9: 399-405.
- Gudleifsson, B. 2013. Climatic and physiological background for ice encasement damage of herbage plants. In: *Plant and Microbe Adaptation to Cold in a Changing World* (Ed. R. Imai et al.) doi: 10.1007/978-1-4614-8253-6_6.
- Gudleifsson, B. 1994. Metabolite accumulation during ice encasement of timothy grass. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 102B: 373-380.
- Gudleifsson, B., C.J. Andrews & H. Björnsson 1986. Cold hardiness and ice tolerance of pasture grasses grown and tested in controlled environments. *Canadian Journal of Plant Science* 66: 601-608.
- Hakamäki, E. 2014. *Poa supina* experiences on greens, tees, fairways and sod production (lawns) above 60 parallel North. *European Journal of Turfgrass Science* 7: 5-6.
- Hannesson, B.D. 2009. Irrigation with warm water to extend golf course playing season in cold climates. *MsThesis*, Cranfield University.
- Hay, R.K.M. 1990. The influence of photoperiod on the dry matter production of grasses and cereals. *Tansley Review* no 26. *New Phytologist* 116: 233-254.
- Heatherington, P.R., B.D. McKersie & A. Morochov 1987. Ice encasement injury to microsomal membranes from winter wheat crowns. *Plant Physiology* 85: 1068-1072.
- Heineck, G.C., S.J. Bauer, M. Cavanaugh, A. Hollman, E. Watkins & B.P. Horgan 2019. Variability in creeping bentgrass cultivar germinability as influenced by cold temperatures. *Crop, Forage & Turfgrass Management* 5: 1-7.
- Heltoft, P., G. Thorvaldsson, A.M.D. Jensen, T. Espevig, K.J. Hesselsoe, W. Waalen, T.K. Petersen, T. Pettersen, J. Tangsveen, P. Sørensen, T. Gneist, B. Hannesson, K. Sundsdal & T.S. Aamlid 2021. *Poa trivialis*, *Lolium perenne* or *Poa annua* as nurse crops for faster establishment of *Agrostis stolonifera* putting greens in Nordic climates. *International Turfgrass Society Research Journal* 14: 528-532.
- Hesselsoe, K.J., A.F. Borchert, T.S. Aamlid, B. Hannesson, P. Rasmussen, K. Normann, T. Espevig, M. DaCosta, E. Watkins, A. Hollman, J. Hornslien, T. Pettersen & P. Heltoft 2023. SCANGREEN 2019-2022: Turfgrass species, varieties and seed mixtures for Scandinavian putting greens. Final results from a four-year testing period. *NIBIO Report* 9(62). 100 pp. <https://hdl.handle.net/11250/3065144>
- Hesselsoe, K. J., A.F. Borchert, T. Espevig & K.T. Gulden 2023. Rolling against microdochium patch on Scandinavian golf greens. *NIBIO video* <https://youtu.be/nNZn-8Qx6A>
- Hesselsoe, K.J., A.F. Borchert, T. Pettersen, A. Beisland, K. Sundsdal, V.S. Moen, E. Lysøe, M. Skogen, C.A. Frisk, T. Espevig, C. Spring, M. Ferguson, M. Clark, L. Hargreaves, M. Nilsson, W. Prämaßing, L. Borrink, L., D.R. Hunt, J. Siebert, A. Städler, Y. Lebedin, V. Maygurova, A. Antropova, T. Gagkaeva, M. Usoltseva, K. Entwistle, S. Braitmaier, C. Guerrero, I. M. Hokkanen & H. Hokkanen 2024. Golf Course 2030. Integrated management of turfgrass diseases and pests. Study on European golf courses. *The R&A and STERF* 2024. 58 pp.
- Hesselsoe, K.J., A.F. Borchert, T. Pettersen, K.H. Hellton & T.S. Aamlid 2025. Screening of cool season turfgrass species and varieties for tolerance to simulated ice encasement. *International Turfgrass Society Research Journal* 15: 776-783.

- Hesselsøe, K.J., M.P. Nilsson, A. Kvalbein & T. Espevig 2022. Effect of rolling on microdochium patch: field trial at Copenhagen Golf Club 2020-21. NIBIO Report 8(109). 19 pp. <https://hdl.handle.net/11250/3012601>
- Hoffman, L., M. DaCosta & J.S. Ebdon 2014. Examination of cold deacclimation sensitivity of annual bluegrass and creeping bentgrass. *Crop Science* 54: 413-420.
- Hoffman, L., M. DaCosta, J.S. Ebdon & E. Watkins 2010. Physiological changes during cold acclimation of perennial ryegrass accessions differing in freeze tolerance. *Crop Science* 50: 1037-1047.
- Hofgaard, I., A. Vollsnes, P. Marum, A. Larsen & A.M. Tronsmo 2010. Variation in resistance in different winter stress factors within a full-sib family of perennial ryegrass. *Euphytica* 114: 61-75.
- Höglind, M., A.K. Bakken, M. Jørgensen & L. Østrem 2010. Tolerance to frost and ice encasement in cultivars of timothy and perennial ryegrass during winter. *Grass and Forage Science* 65: 431-445.
- Hollman, A.B., G.C. Heineck, K.W., S. Bauer, J. Bryan & B.P. Horgan 2017. Effects of de-icing products on putting green turf. *International Turfgrass Society Research Journal* 13: 1-8.
- Horsfall, J.G. & A. E. Dimond 1957. Interactions of tissue sugar, growth substances, and disease susceptibility. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz* 64: 415-421.
- Hsiang, T., N. Matsumoto & S.M. Millett 1999. Biology and management of *Typhula* snow molds of turfgrass. *Plant Disease* 83: 788-798.
- Hulke, B.S., E. Watkins, D.L. Wyse & N.J. Ehlke 2008. Freezing tolerance of selected perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) accessions and its association with field winterhardiness and turf traits. *Euphytica* 163: 131-141.
- Huner, N.P.A., G. Öquist & F. Sarhan 1998. Energy balance and acclimation to light and cold. *Trends in Plant Science Reviews* 3(6): 224-230
- Hunt, D., L. Borrink, L., T. Espevig & W. Prämaßing 2025. Ultraviolet-C radiation as an alternative method to control dollar spot and microdochium patch on golf greens. *International Turfgrass Society Research Journal* 15: 949-957.
- Iraba, A., Y. Castonguay, A. Bertrand, D.J. Floyd, J. Cloutier & F. Belzile 2013. Characterization of populations of turf-type perennial ryegrass recurrently selected for superior freezing tolerance. *Crop Science* 53: 2225-2238.
- du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196: 3-14.
- Jespersen, D., B. Wherley & M. DaCosta 2023. Advances in understanding turfgrass physiology. In: *Achieving Sustainable Turfgrass Management*. (Ed. M. Fidanza). p. 3-44. Burleigh Dodds Science Publishing, Philadelphia, Pennsylvania.
- Kalberer, S.R., M. Wisniewski & R. Arora 2006. Deacclimation and reaccimation of cold-hardy plants: Current understanding and emerging concepts. *Plant Science* 171: 3-16.
- Koch, P.L. 2025. The best time to apply snow mold fungicides. *Winter Turf Newsletter*, November 2025. <https://mailchi.mp/umn/winter-turf-news-10351198>
- Koch, P.L., M.-Y. Chou, J.A. Murphy, K. Genova, J. Hempfling & B.B. Clarke 2024. Fine fescue species vary in their susceptibility to snow molds. *Plant Health Progress* 25: 19-26.
- Kuwabara, C. & R. Imai 2009. Molecular basis of disease resistance acquired through cold acclimation in overwintering plants. *Journal of Plant Biology* 52: 19-26.
- Kvalbein, A. & T.S. Aamlid 2012. Impact of mowing height and late autumn fertilization on winter survival and spring performance of golf greens in the Nordic countries. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 62 (Supplement 1): 122-129.
- Kvalbein, A. & T.S. Aamlid 2008. Isfjerning med CMA på golfgreen. Effekt av kalsium-magnesium-acetat på gressets vinteroverlevelse. (Ice removal by CMA on golf greens: Effects of Calcium Magnesium Acetate on turfgrass winter survival.) *Bioforsk Rapport* 3 (102). 20 pp. (In Norwegian with English summary).
- Kvalbein, A., W. Waalen, L. Bjørnstad, T.S. Aamlid & T. Espevig. 2017. Winter injuries on golf greens in the Nordic countries: Survey of causes and economic consequences. *International Turfgrass Society Research Journal* 13: 604-609.
- Kvalbein, A., W. Waalen & T. Espevig. 2015. Vinterdekking av greener. (Winter covers on greens.) *Gressforum* 2015(3): 18-22. (In Norwegian).
- Larsbo, M., T.S. Aamlid, L. Persson & N. Jarvis 2007. Fungicide leaching from golf greens: Effects of root zone composition and surfactant Use. *Journal of Environmental Quality* 37: 1527-1535.
- Laskowski, K. & E. Merewitz 2021. Influence of ice encasement and ethylene regulation on cellular-protection responses in annual bluegrass. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 146 (2): 87-98.
- Livingston, D.P., D.K. Hinch & A.G. Heyer 2009. Fructan and its relationship to abiotic stress tolerance in plants. *Cellular and Molecular Life Science* 66: 2007-2023.
- Lönnerberg, C.-J. & T.S. Aamlid 2022. Practical reestablishment of golf greens following winter damages – A field study. *International Turfgrass Society Research Journal* 14: 533-538.
- Lönnerberg, C.-J. & H. Blusi 2023. ICE-BREAKER Årsrapport 2022: Spännande försök efter år med svåra vinterskador. *Greenbladet* 40(1): 40-41. (In Swedish)
- Lush, W.M. 1988. Biology of *Poa annua* in a temperature zone golf putting green (*Agrostis stolonifera* / *Poa annua*). II. The seed bank. *Journal of Applied Ecology* 25: 989-997.
- Malyshev, A.V., H.A.L. Henry & J. Kreyling 2014. Relative effects of temperature vs. photoperiod on growth and cold acclimation of northern and southern ecotypes of the grass *Arrhenatherum elatius*. *Environmental and Experimental Botany* 106: 189-196.
- Mattox, C. M., A. Kowalewski, B.W. McDonald, J.G. Lamrinos, B.L. Daviscourt, J.W. Pscheidt 2017. Nitrogen and iron sulfate affect Microdochium patch severity and turf quality on annual bluegrass putting Greens. *Crop Science* 57 (Special issue 1): S293-S300.
- Mattox, C.M., A.R. Kowalewski, B.W. McDonald, J.G. Lamrinos & J.W. Pscheidt 2018. Rolling and biological control products affect Microdochium patch severity on a sand-based annual bluegrass putting green. *Agronomy Journal* 110: 2124-2129.

- Mattox, C.M., A.R. Kowalewski, B.W. McDonald, J.G. Lambrinos & J.W. Pscheidt 2020. Combinations of rolling, mineral oil, sulfur, and phosphorous acid affect *Microdochium* patch severity. *Agronomy Journal* 112: 3383-3395.
- McCarty, L.B., J.R. Gann, C.E. Wells, T.F. Bruce & P.D. Gerard 2013. Physiological responses of creeping bentgrass to pigment-containing products. *Agronomy Journal* 105: 1797-1802.
- McKersie, B.D. B.M. McDermott, L.A. Hunt & V. Poysa 1982. Changes in carbohydrate levels during ice encasement and flooding of winter cereals. *Canadian Journal of Botany* 60: 1822-1826.
- Melbye, P. 2019. Knowledge gaps and research needs 2019–2022: Results from a STERF survey in spring 2019. Norwegian Golf Federation.
- Midtvåge, P. 1996. Vinterskader – praktiske forsøk med dekking av greener. (Winter injuries – practical experiments with covered greens). *Gressforum* 1996(3): 9-10. (In Norwegian).
- Moghaddam, M. R. B. & W. van den Ende 2012. Sugars and plant innate immunity. *Journal of Experimental Botany* 63: 3989-3998.
- Moody, D. & F. Rossi 2010. Potassium fertilization affects psychrophilic pathogen susceptibility of annual bluegrass ASA-CSSA-SSSA International Annual Meetings: 61292.
- Morkunas, I. & L. Ratajczak 2014. The role of sugar signalling in plant defense responses against fungal pathogens. *Acta Physiologica Plantarum* 35: 1607-1619.
- Munshaw G.C., E.H. Ervin, C. Shang, S.D. Askew, X. Zhang & R.W. Lemu 2006. Influence of late-season iron, nitrogen, and seaweed extract on fall color retention and cold tolerance of four bermudagrass cultivars. *Crop Science* 46: 273-283.
- Nair, P., S. Kandasamy, J. Zhang, X. Ji, C. Kirby, B. Benkel, M.D. Hodges, A.T. Critchley, D. Hiltz, B. Prithivira 2012. Transcriptional and metabolomic analysis of *Ascophyllum nodosum* mediated freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *BMC Genomics* 13: 643. DOI: 10.1186/1471-2164-13-643.
- Nelson, E.B. 1997. Microbial inoculants for the control of turfgrass diseases. *International Turfgrass Society Research Journal* 8: 791-811.
- Nelson, M. 2005. Don't break the ice. USGA World Wide Web Site. January 12, 2005 p. [1-2].
- Obear, G.R. & D. Soldat. 2014. Iron-cemented layers in putting green soils. *Golf Course Management* 82(4): 96-98, 100.
- Olien, C.R. 1967. Freezing stress and survival. *Annual Review of Plant Physiology* 18: 387-408.
- Olien, C.R. & B.L. Marchetti 1976. Recovery of hardened barley from winter injuries. *Crop Science* 16: 201-204.
- Perkinson, P.C. & K.W. Frank 2025. Re-establishment of an annual bluegrass putting green following simulated winterkill. *Crop, Forage & Turfgrass Management* 11(2): e70066.
- Petrella, D.P., J.D. Metzger, J. Blakeslee, E.J. Nangle & D.S. Gardner 2016. Anthocyanin production using rough bluegrass treated with high-intensity light. *HortScience* 51: 1111-1120.
- Pukacki, P. M. & B. D. McKersie 1990. Supercooling and ice nucleation events in the crown of winter wheat seedlings. *Canadian Journal of Plant Science* 70: 1179-1182.
- Rannikko, M. & B. Petterson 2011. Demonstration trials with winter cover protection: A Swedish-Finnish project 2007 – 2010. <http://www.sterf.org/Media/Get/1562/final-report-2007-2010>
- Rausch, T. & A. Wachter 2005. Sulfur metabolism: a versatile platform for launching defence operations. *Trends in Plant Science* 10: 503-509.
- Rayirath, P., B. Benkel, D. Mark Hodges, P. Allan-Wojtas, S. MacKinnon, A.T. Critchley & B. Prithiviraj 2009. Lipophilic components of the brown seaweed, *Ascophyllum nodosum*, enhance freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Planta* 230: 135-147.
- Reiter, M. J. Friell, B. Horgan, D. Soldat & E. Watkins 2017. Drought response of fine fescue mixtures maintained as a golf course fairway. *International Turfgrass Society Research Journal* 13: 65-74.
- del Rio, L.A. 2015. ROS and RNS in plant physiology: an overview. *Journal of Experimental Botany* 66: 2827-2837.
- Rochette, P., J. Dionne, Y. Castonguay, Y. Desjardins 2006. Atmospheric composition under impermeable winter golf green protections. *Crop Science* 46: 1644-1655.
- Rolland, F., E. Baena-Gonzalez & J. Sheen 2006. Sugar sensing and signalling in plants: Conserved and novel mechanisms. *Annual Review of Plant Biology* 57: 675-709.
- Ruan, Y.-L. 2014. Sucrose metabolism: Gateway to diverse carbon use and sugar signaling. *Annual Review of Plant Biology* 65:33-67.
- Schmid, C.J., J.A. Murphy, B.B. Clarke, M. DaCosta & S. Ebdon 2016. Observations on the effect of potassium on winter injury of annual bluegrass in New Jersey in 2015. *Crop, Forage and Turfgrass Management* 2: 1-4.
- Smith D. 1972. Carbohydrate reserves of grasses. In: *The Biology and Utilization of Grasses*. (Eds. V.B. Younger & C.M. McKell) p. 318-333. Academic Press, New York and London.
- Spaccini, R. & A. Piccolo. 2009. Molecular characteristics of humic acids extracted from compost at increasing maturity stages. *Soil Biology & Biochemistry* 41: 1164-1172.
- Stier, J. 2005. Take advantage of *Poa annua* winterkill: Increase bentgrass on putting greens. *The Grass Roots* 34(3): 4–9.
- Stier, J.C., D.L. Filiault & J.P. Palta 2003. Visualization of freezing progression in turfgrasses using infrared video thermography. *Crop Science* 43: 415-420.
- Taylor, D. 2001. Late-fall topdressing and a faster spring recovery: Topdressing in late fall just before the course closes for the winter may speed spring green-up. *Golf Course Management* 69(10): 54-57.
- Thorsen, S.M. & M. Höglind 2010. Assessing winter survival of forage grasses in Norway under future climate scenarios by simulating potential frost tolerance. *Agricultural and Forest Meteorology* 150: 1272–1282.
- Thompson, K. & J.P. Grime 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67: 892-921.
- Tompkins, D.K., J. B. Ross & D.L. Moroz. 2000. Dehardening of annual bluegrass and creeping bentgrass during late winter and early spring. *Agronomy Journal* 92: 5-9.

- Tompkins, D.K., J. B. Ross, D.L. Moroz. 2004. Effects of ice cover on annual bluegrass and creeping bentgrass putting greens. *Crop Science* 44: 2175-2179.
- Tronsmo, A.M., T. Hsiang, H. Okuyama & T. Nakajima 2001. Low temperature diseases caused by *Microdochium nivale*. In: *Low temperature Plant Microbe Interactions under Snow*. (Eds. N. Iriki, D.A. Gaudet, A.M. Tronsmo, N. Matsumoto, M. Yoshida & A. Nishimune) p. 75-86. Hokkaido National Experiment Station, Sapporo, Japan.
- Tronsmo, A., T. Espevig, L. Hjeljord & T.S. Aamlid 2013. Evaluation of freezing tolerance and susceptibility to *Microdochium nivale* of velvet bentgrass cultivars in controlled environments. *International Turfgrass Society Research Journal* 12: 69-80.
- Tronsmo, A. & A.M. Tronsmo 2004. Hvilke tiltak kan gjøres i vintersesongen for å redusere vinterskadene på greenene? *Gressforum* 2004(4): 8.
- Urban, L., F. Charles, M.R. Alcântara de Miranda & J. Aarouf 2016. Understanding the physiological effects of UV-C light and exploiting its agronomic potential before and after harvest. *Plant Physiology and Biochemistry* 105: 1-11.
- Valverde, F.J. & D.D. Minner 2007. Field evaluation of winterkill in annual bluegrass and creeping bentgrass: Creeping bentgrass is unaffected by ice cover, but annual bluegrass can suffer substantial injury. *Golf Course Management* 75(9): 88-93.
- Vanderplank J.E. 1984. Sink-induced loss of disease resistance and high-sugar disease processes and biotrophy. In: *Disease Resistance in Plants* (Ed. J.E. Vanderplank) 2nd Edn. Academic Press.
- Vavrek, R. 2019. Think twice before removing ice. *Northern Ohio Turfgrass News*. 61(1): 18.
- Vines, P.L., A. Chandra & T.M. Tate 2023. Advances in breeding for improved cultivars of perennial turfgrass. In: *Achieving Sustainable Turfgrass Management*. (Ed: M. Fidanza). p. 45-105. Burleigh Dodds Science Publishing, Philadelphia, Pennsylvania.
- Vossen, M. 2023. Assessing freezing damage in perennial ryegrass. *Winter Turf Newsletter*, June 2023. <https://mailchi.mp/umn/winter-turf-news-9357677?e=12569cb275>
- Waalén, W.M., T.S. Aamlid & P. Heltoft 2018. Reestablishment of golf greens following winter damages: The effect of ice encasement and germination temperature on the reestablishment of five turfgrass species. In: *Different Shades of green: 6th European Turfgrass Society Conference*, 2-4 July 2018, Manchester UK. p. 70-71.
- Waalén W.M., T. Espevig, A. Kvalbein & T.S. Aamlid 2017. The effect of ice encasement and two protective covers on the winter survival of six turfgrass species/subspecies on newly established putting greens. *International Turfgrass Society Research Journal* 13: 556-565.
- Waalén, W.M., P. Heltoft, T. Espevig & T.S. Aamlid 2025. Effect of ice encasement, impermeable plastic covers and snow and ice removal on annual bluegrass, creeping bentgrass and red fescue putting greens. *International Turfgrass Society Research Journal* 15. Published 19 Feb. 2025. <https://doi.org/10.1002/its2.70008>
- Waalén, W.M. & A. Kvalbein 2016. Tunrapp har spissest albuer om våren (Annual bluegrass most competitive in spring). *Gressforum* 2016 (1): 26-28. (In Norwegian)
- Watkins, E., D. Petrella, D. Christensen, T. Aamlid, S. Dalmannsdottir, A. Hollman & G. Deters 2025. Recovery of five cool-season turfgrasses following long term ice encasement. *Crop Science* 65 <https://doi.org/10.1002/csc2.70053>
- Webster, D. E. & J.S. Ebdon 2005. Effects of nitrogen and potassium fertilization on perennial ryegrass cold tolerance during deacclimation in late winter and early spring. *HortScience* 40: 842-849.
- Wu, C., T. Hsiang, L. Yang & L.X. Liu 1998. Efficacy of *Typhula phacorrhiza* as a biocontrol agent of grey snow mould of creeping bentgrass. *Canadian Journal of Botany* 76: 1276-1281.
- York, C.A. & P.M. Canaway 2000. Water repellent soils as they occur on UK golf greens. *Journal of Hydrology* 231-232: 126-133.
- Yoshida M., J. Abe, M. Moriyama, S. Shimokawa & Y. Nakamura 1997. Seasonal changes in the physical state of crown water associated with freezing tolerance in winter wheat. *Physiologia Plantarum* 99: 363-370.
- Økland I., A. Kvalbein, W.M. Waalen, L. Bjørnstad, T.S. Aamlid & T. Espevig 2018. Winter injuries on golf greens in the Nordic countries (part 2): Survey of causes and economic consequences. *Popular Scientific Article - STERF*. 12 pp. <https://sterf.org/projects/winter-damage-to-golf-greens-in-the-nordic-countries-survey-of-causes-and-economic-consequences-part-ii>
- Årsvoll, K. 1973. Winter damage in Norwegian grassland, 1968-1971. *Scientific reports of The Agricultural University of Norway* 52: 1-21.

LIITE I. SYSSLANNOITUSKOKKEET 2014–2017

Taulukko A1. Ravinteiden pitoisuudet (g/l) kuudessa eri lannoitteessa.

Käsittely	N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
1. Ei N	0.00	0.16	0.76	0.08	0.09	0.11*	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036
2. Matala N	0.40	0.16	0.77	0.08	0.09	0.14	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036
3. Keskim. N	0.80	0.16	0.77	0.08	0.09	0.14	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036
4. Korkea N	1.20	0.16	0.77	0.08	0.09	0.14	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036
5. Ei S	0.80	0.16	0.77	0.08	0.09	0.0	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036
6. Korkea S	0.80	0.16	0.78	0.08	0.09	1.27	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036

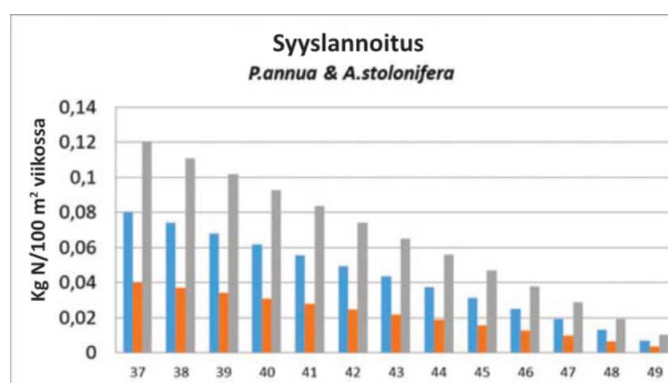
*Tässä lannoitteessa ei ole ammoniumsulfaattia

Hankkeen rahoittivat Scandinavian Turfgrass and Environment Research Foundation (STERF), Norjan tutkimusneuvosto ja Norjan Golfliitto. Näiden kokeiden tavoitteena oli selvittää typen ja sulfaattien vaikutuksia viheralueiden heinän talvisten stressitekijöiden sietoon.

Kaksi kokeellista USGA-viheriötä perustettiin kesäkuun lopulla 2014, ja ne perustettiin uudelleen vuonna 2015. Heinälajeina olivat rönsyrölli ('Independence') ja kylänurmikka (paikallinen ekotyyppi). NIBIO Landvikin viheriö sijaitsi lysimettilaitteistolla ja valumavesi kerättiin typen määrittystä varten. NIBIO Apelsvollissa puolet viheriöstä varjostettiin niin, että luonnonvalosta saatiin vain 30 % kokeen aikana, joka kesti syyskuun alusta marraskuun loppuun. Näiden viikkojen aikana viheriöille annettiin kuusi erilaista lannoitekäsittelyä (taulukko A1).

Typpi ja sulfaatti olivat kokeellisia muuttujia. Kaikki lannoitteet annettiin viikoittain alenevin määrin (kuvio A1). Kokonaismäärä typpeä, joka annettiin 13 viikon aikana, oli 0, 28 (matala), 55 (keskitaso) ja 84 (korkea) kg/ha.

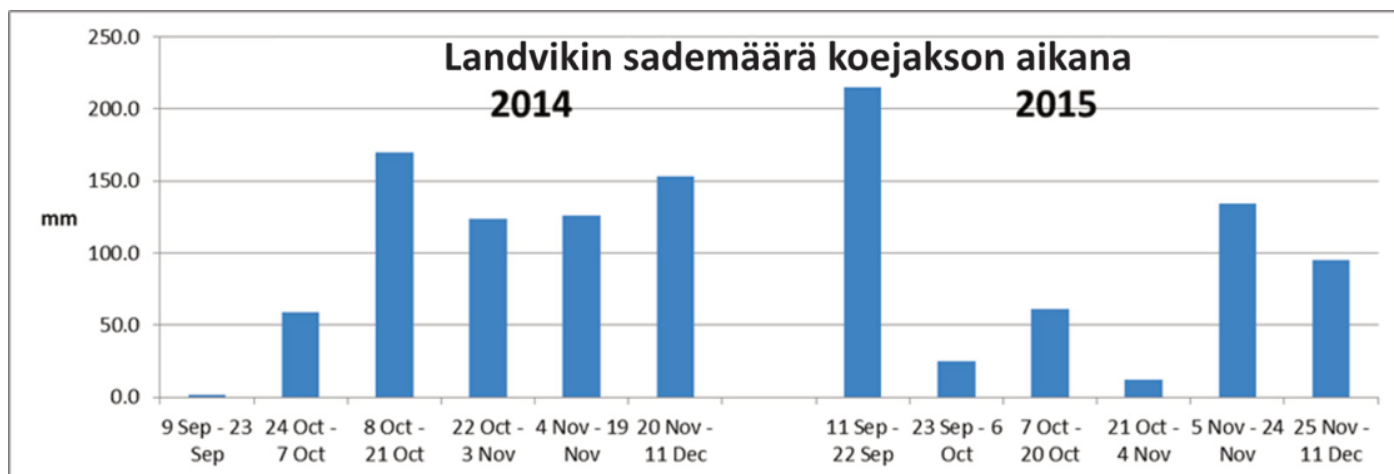
Perustamiskaudella heinä- ja elokuussa viheriöitä lannoitettiin usein täydellisellä lannoitteella, 140–160 kg N hehtaaria kohden 11 viikon aikana. Viheriöt leikattiin kolme kertaa viikossa 5 mm korkeudesta. Leikkaamista jatkettiin samalla korkeudella, mutta harvemmin, kunnes ruoho lakkasi kasvamasta loppusyksyllä. (Mittaamme kasvu korkeuden joka viikko.)



Kuvio A1. Viikoittaiset lannoitukset noudattivat alenevaa käyrää. Sininen = keskitaso, oranssi = matala, harmaa = korkea määrä.

Ensimmäisenä vuonna emme käyttäneet sienitautien torjunta-aineita, ja voimakas microdochium-tartunta esiintyi aikaisin syksyllä, erityisesti kylänurmikalla. Varjostettu viheriö Apelsvollissa oli hyvin huonokuntoinen. Toisena vuonna käytettiin Delaroa (trifloksystrobiini + prothiokonatsoli) saadaksemme terveempiä kasveja laboratoriotutkimuksiin.

Osa tuloksista on esitetty päätekstissä. Alla on lisätietoja.



Kuvio A2. Luonnollinen sademäärä Landvikissa kokeilujaksosina vuosina 2014 ja 2015.

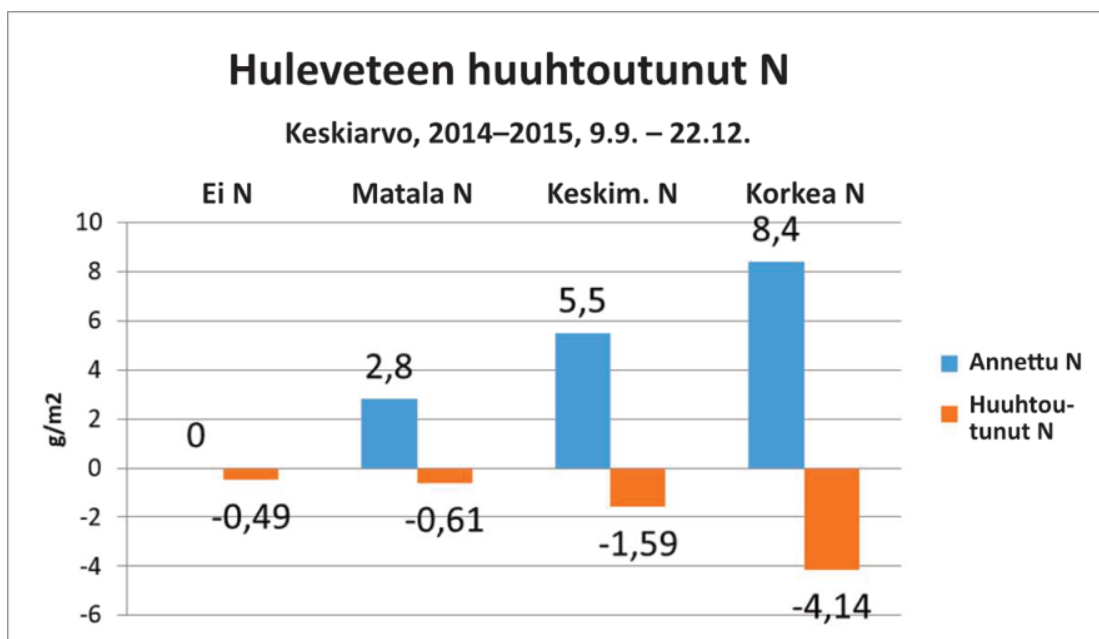
Typpivaluma

Valumavesi kerättiin koealueilta, joissa puolet alueesta oli rönsyrölliä ja toinen puoli kylänurmikkaa. Luonnollinen sademäärä oli ensimmäisenä koevuotena normaalia suurempi (kuvio A2).

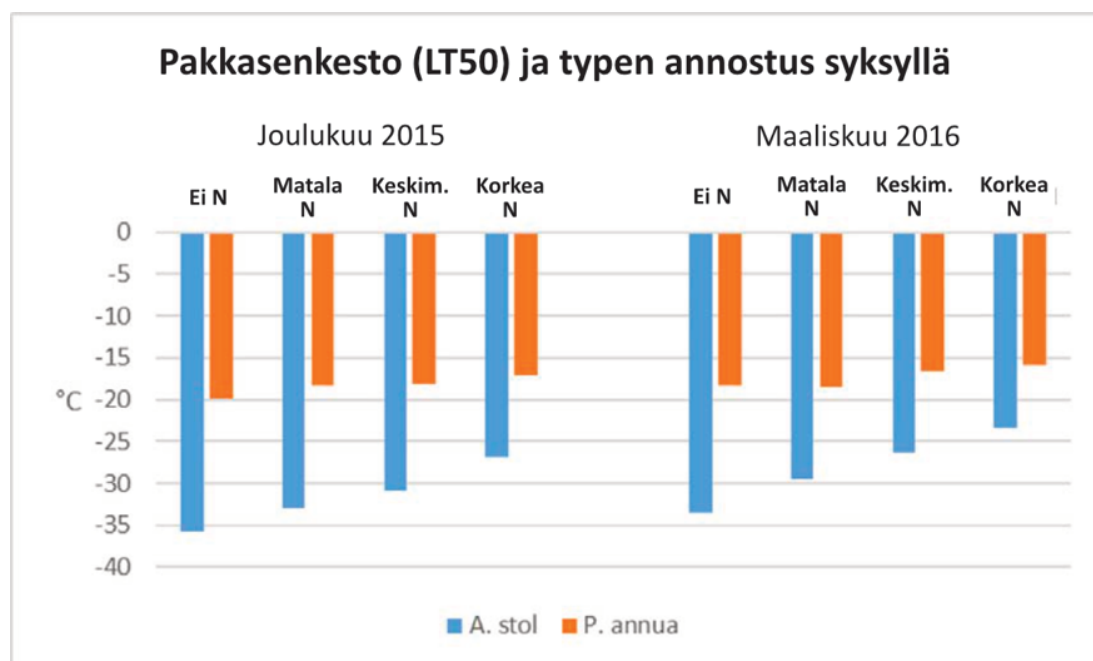
Valumavesinäytteet osoittivat kahden vuoden keskiarvona, että 49 % suurimmasta typpimäärästä huuhtoutui viheriöltä (kuvio A3). Nitraattiraja EU:n juomavedelle on 50 mg/litra. Valumavesi ei ylittänyt tätä rajaa, mutta menetystä pidettiin liian suurena. Suurin vuoto tapahtui, kun maaperän lämpötila oli alle 5 °C. Tämän perusteella emme voi suositella "myöhäissyyslannoitusta", eli korkeiden lannoitemäärien antamista maaperän lämpötilan ollessa alle 5 °C, kestäväna strategiana.

Pakkastesti

Heinänäytteet kerättiin kahdelta koeviheriöltä ja vietiin laboratoriotesteihin joulukuun alussa sekä helmikuun lopussa/maaliskuun alussa. Testi suoritettiin standardiprotokollamme mukaan (Espevig et al. 2011), ja LT50-arvot laskettiin. Testi osoitti merkittäviä eroja lajien välillä, ja ne reagoivat myös eri tavalla syyslannoitukseen. Korkeammat typpimäärät heikensivät rönsyrölliin pakkaskestävyyttä. Kylänurmikalle syyslannoituksella ei ollut merkittävää vaikutusta. Viimeisen koevuoden tulokset, jotka vahvistivat ensimmäisen vuoden havainnot, on esitetty kuviossa A4.



Kuvio A3. Typen määrä ja valumaveteen huuhtoutunut typpi Landvikin koeviljelyksellä. Ks. viikoittaiset lannoitusmäärät kuviosta A1.



Kuvio A4. Lämpötila (°C), joka tappoi 50 % testikasveja (LT50). Rönsyrölliä ja kylänurmikkaa otettiin viheriöltä, jota oli syksyllä lannoitettu neljällä eri typpimäärällä (0; 2,8; 5,5; 8,4 g/m²).



Kirjoittajat

Agnar Kvalbein

Trygve S.Aamlid

Tatsiana Espevig

Wendy Waalen

NIBIO Landvik

2017

Päivitetty versio 2025

Trygve S.Aamlid

Tatsiana Espevig

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 about STERF can be found at www.sterf.org

STERF 2017 & 2025. LAYOUT: KARIN SCHMIDT. KÄÄNNÖS: PENTTI VILUKSELA