



SKÖTSEL AV VINTERSTRESS PÅ GRÖNYTEGRÄS

Banchebens handbok

UPPDATERAD 2025

Sterf

FÖRORD

Denna handbok publicerades första gången 2017. Den nuvarande, reviderade versionen har uppdaterats med resultat som publicerats därefter, särskilt från projekten 'ICE-BREAKER', 'WINTER TURF' och 'Integrated management of turfgrass diseases'.

Huvudmålgruppen för handboken är banchefer, golfbaneansvariga. Men när vi arbetade med både originalet och den uppdaterade versionen konsulterade vi många vetenskapliga artiklar, och referenslistan blev lång. Vi hoppas att detta också kan hjälpa forskare, agronomer och andra som vill fördjupa sig i ämnet.

Färdig information om vinterstresshantering finns också i STERF:s uppdaterade faktablad på www.sterf.org och på Winter Turf-bloggen på www.winterturf.edu.

Vi tackar Dr. Eric Watkins, ledare för det USDA-finansierade projektet WINTER TURF, för värdefulla kommentarer till den uppdaterade versionen av denna handbok.

NIBIO Landvik, 25 oktober 2017

Agnar Kvalbein

Tatsiana Espevig

Wendy Waalen

Trygve S. Aamlid

Uppdaterad version
NIBIO Landvik, 22 december 2025

Trygve S. Aamlid

Tatsiana Espevig

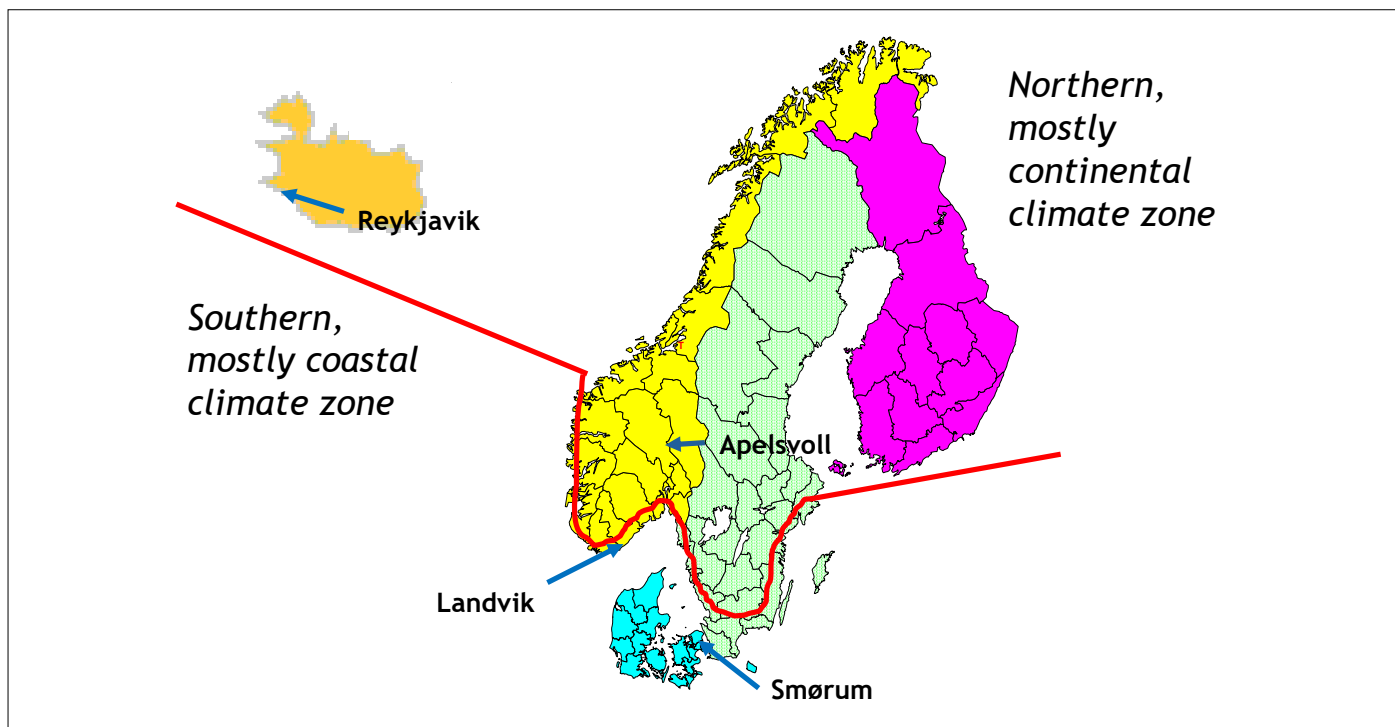
Översättning till svenska av Håkan Blusi, SGF, februari 2025



INNEHÅLL

Förord	2
Vinterskador i Norden	4
Gräsets härdning ch avhärdning	
Gräsarter för nordliga klimat	7
Arter som används på golfbanor	
Vinterstresstolerans art för art	
Brunven (<i>Agrostis canina</i> L.)	
Rödven (<i>Agrostis capillaris</i> L.)	
Krypven (<i>Agrostis stolonifera</i> L.)	
Tuvtåtel (<i>Deschampsia caespitosa</i> L.)	
Hårdsvingel (<i>Festuca brevipila</i> Tracey) och fårsvingel (<i>Festuca ovina</i> L.)	
Rödsvingel (<i>Festuca rubra</i> L.)	
Rörsvingel (<i>Lolium arundinaceum</i> (Schreb. syn <i>Festuca arundinacea</i>)	
Flerårigt rajgräs (<i>Lolium perenne</i> L.)	
Vildtimotej (<i>Phleum bertolonii</i> DC)	
Vitgröe (<i>Poa annua</i> L.)	
Ängsgröe (<i>Poa pratensis</i> L.)	
Trampgröe (<i>Poa supina</i> Schrad.)	
Skötsel av vintersjukdomar	13
Växtförsvar	
De vanligaste vintersjukdomarna	
Rosa snömögel	
Grå snömögel	
Andra vintersjukdomar	
Integrerade skötselmetoder för att förebygga vintersjukdomar I	18
Gödsling	
Bioprodukter	
Tillväxtregulatorer	
Praktiska skötselmetoder på hösten för att minska vintersjukdomar	
Abiotisk vinterstress	24
Låg temperatur - frysstress	
Tjälskjutning	
Isinkapsling och smältvatten	
Brist på syre och/eller ansamling av giftiga gaser	
Kronhydratisering (crown hydration) och membranskador	
Skötsel på hösten och vintern för att minska is- och vattenskador	26
Gödsling	
Luftning	
Sanddressning	
Ytvattenkontroll	
Täta vinterdukar	
Övervakning av gräsets status under vintern	
Snöröjning i december, januari eller februari	
Snöröjning i mars/april	
Krossa is	
Issmältning	
Vårstress	30
Uttorkning	
Fotoinhibering och oxidativstress	
Skötsel av överlevande gräs på våren	
Vårdukar	
Bevattnings på våren	
Återetablering av dött gräs	33
Bromsare mot groning och planttillväxt efter isinkapsling?	
Gräsarter, sorter och fröbehandlingar	
Datum för sådd	
Förberedelser och såningsmetoder	
Användning av dukar	
'Bad spot syndromet'- dåliga fläckar	
Dåliga fläckar börjar med dålig tillväxt	
Referenser	39
Bilaga I. Höst gödslingsförsök 2014–2017	45
Kväveläckage	
Frystest	

VINTERSKADOR I NORDEN



Figur 1. De två klimatzonerna och testplatserna som används i SCANGREEN-sortförsök.

De nordiska länderna inkluderar Island, Norge, Sverige, Finland (med Åland) och Danmark (med Grönland och Färöarna). Vissa estländare hävdar också att de är nordiska, och ur ett vinterområdesperspektiv bör alla tre baltiska stater inkluderas.

Klimatet varierar mellan och inom länder. Den varma Golfströmmen gör Norges kust mycket mildare än vad man skulle förvänta sig från den höga latituden. Främst västliga vindar levererar stora mängder nederbörd till västra Norge, och det finns en skarp kontrast mellan västkusten som får 3–5000 mm/år och dalarna på bergens östra sida som bara får 2–300 mm.

Kustklimat med små variationer mellan sommar och vinter skiljer sig mycket från inlandsklimat där vintertemperaturen kan sjunka under $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Stabila snötäcken används för att skydda gräset från extrema vintertemperaturer i dessa områden. Det mest utmanande klimatet, ur gräsets synvinkel, är instabilt snötäcke, varma perioder under vintern och risk för isbildning. På grund av global uppvärmning är sådana instabila vintrar nu allt vanligare i Finland, Sverige och Norge.

Sortprovningsprogrammet för golfbanors puttinggreener, SCANGREEN, avgränsar de nordiska länderna till två klimatzoner (Figur 1). Detta kan mycket väl vara en förenkling eftersom det finns stora skillnader mellan Islands

maritima klimat och kustområdena i norra Norge och det mestadels kontinentala klimatet i Finland, Central- och Norra Sverige samt Central- och Norra Norge. Med global uppvärmning kan gränsen mellan de två zonerna mycket väl flyttas längre norrut, bort från kusten och till högre höjder, men de övergripande riskerna för vinterskador på grönytor förväntas inte minska.

STERF:s FoU-program [Winter stress and Integrated pest management](#) (2025) listar komplexiteten i vinterstressen som gräsplantan möter och beskriver de faktorer som är viktiga för en lyckad vinteröverlevnad. I denna handbok kommer vi att gruppera vinterstress i tre: (1) biotiska (vinteraktiva sjukdomar), (2) abiotiska (fysiska) och (3) stressfaktorer relaterade till återetablering av vinterskadade grönytor. Men först börjar vi med gräsets anpassning före vintern och vinterns stresstolerans hos det gräs som används på nordiska golfbanor.

Gräsets härdning och avhärdning

Perenna gräs växlar mellan två olika fysiologiska faser. I tillväxtfasen är cellmembranen ogenomträngliga, vilket innebär att cellerna kan absorbera vatten och trycka på cellväggen så att cellerna expanderar. Definitionen av grästillväxt är 'irreversibel ökning av växtvolymen', och ogenomträngliga membran är en förutsättning för sådan tillväxt.

När gräs har acklimatiserats före vintern innehåller de fler vattenlösliga kolhydrater, och cellmembranen har en högre andel omättade fettsyror vilket gör att vattnet lättare kan tränga igenom cellmembranen (t.ex. Hoffman et al. 2010). Detta gör att iskristaller kan bildas och expandera främst utanför växtcellerna. Högre koncentrationer av socker och andra osmolyter sänker frystemperaturen inne i växtcellerna, och anti frysproteiner begränsar effektivt iskristalltillväxten (Griffith & Yaish 2004, Kalberer et al. 2006).

Det verkar finnas en allmän motsättning mellan grästillväxt och vinterstresstolerans. Flerårigt rajgräs (*Lolium perenne* L.) och ettårig vitgröe (*Poa annua* L.) tenderar att fortsätta växa på hösten och är därför det minst vintertoleranta gräset som används på golfbanor.

Greenkeepers bör komma ihåg att alla åtgärder som stimulerar tillväxt, som kvävegödsling, bevattning eller täckning som höjer temperaturen, kan öka risken för vinterskador. Detta gäller både på hösten och våren.

Temperaturer, och i mindre utsträckning fotoperiod¹⁾, är de viktigaste signalerna för härdning eller avhärdning. Perioder med dagliga medeltemperaturer under 5 °C och, ännu bättre, nätter under 0°C (Espevig et al. 2011, Acharya & Fei 2025) är signaler som leder till att tillväxten avstannar och plantan härdas. Skugga under härdningsperioden minskar frystoleransen hos krypven (*Agrostis stolonifera* L.) och vitgröe (Dodson et al. 2018). Se även Figur 2.

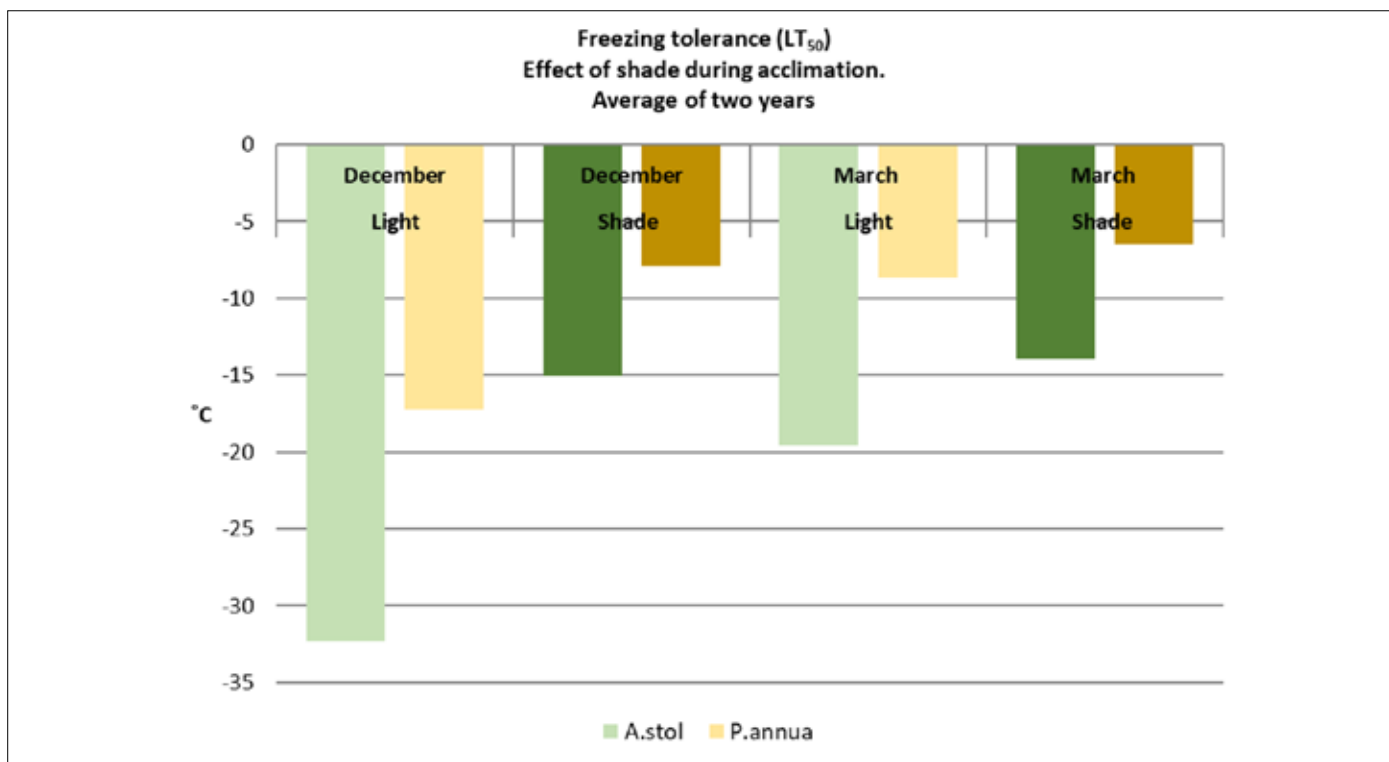
På norra halvklotet når gräset vanligtvis sin maximala härdning i slutet av december eller januari (Dionne et al. 2001, Thorsen & Höglind 2010). Utarmning av kolhydrater (på grund av mörker, anoxi, sjukdomar och andra orsaker) och varma perioder kommer så småningom att minska härdningen under vinterns gång. (Figur 2).

Efter milda perioder kan växter kanske återhärda sig till viss del, men de når sällan samma nivå som före avhärdningen (Tompkins et al. 2000, Espevig, Höglind & Aamid 2014, Hoffman et al. 2014). Läs mer om härdning och avhärdning i STERF:s faktablad [Acclimation and winter stresses](#) och [Warm spells during the winter](#).



Foto 1. Härdat och fruset gräs av vitgröe. Flera studier (t.ex. Espevig et al. 2011, Acharaya & Fei 2025) visar att en period vid under noll är nödvändig för att uppnå maximal frystolerans. Foto: James Bentley.

1) Till skillnad från träd och buskar som ofta reagerar på fotoperiod, är temperatur vanligtvis den viktigaste signalen för kall anpassning av kallsäsongsgräset. Ändå finns det skillnader mellan nordliga och sydligt anpassade varianter i detta avseende (Malyshev et al. 2014, Dalmannsdottir et al. 2017, Foto 2). Dalmannsdottir et al. (2017) föreslog att fotoperiodinducerad kall acklimatisering skulle inkluderas i avelsprogram för mer vintertåliga fleråriga gräs eftersom fotoperioden, till skillnad från temperaturen, förblir opåverkad av klimatförändringar.



Figur 2. Frystolerans hos krypven (*A.stol.*) och vitgröe (*P.annua*) som växer i skugga (30 % av det naturliga dagsljuset) jämfört med gräset i naturligt höstljus vid NIBIO Apelsvoll. Frystestet genomfördes i början av december 2014 och 2015 samt i mars 2015 och 2016.

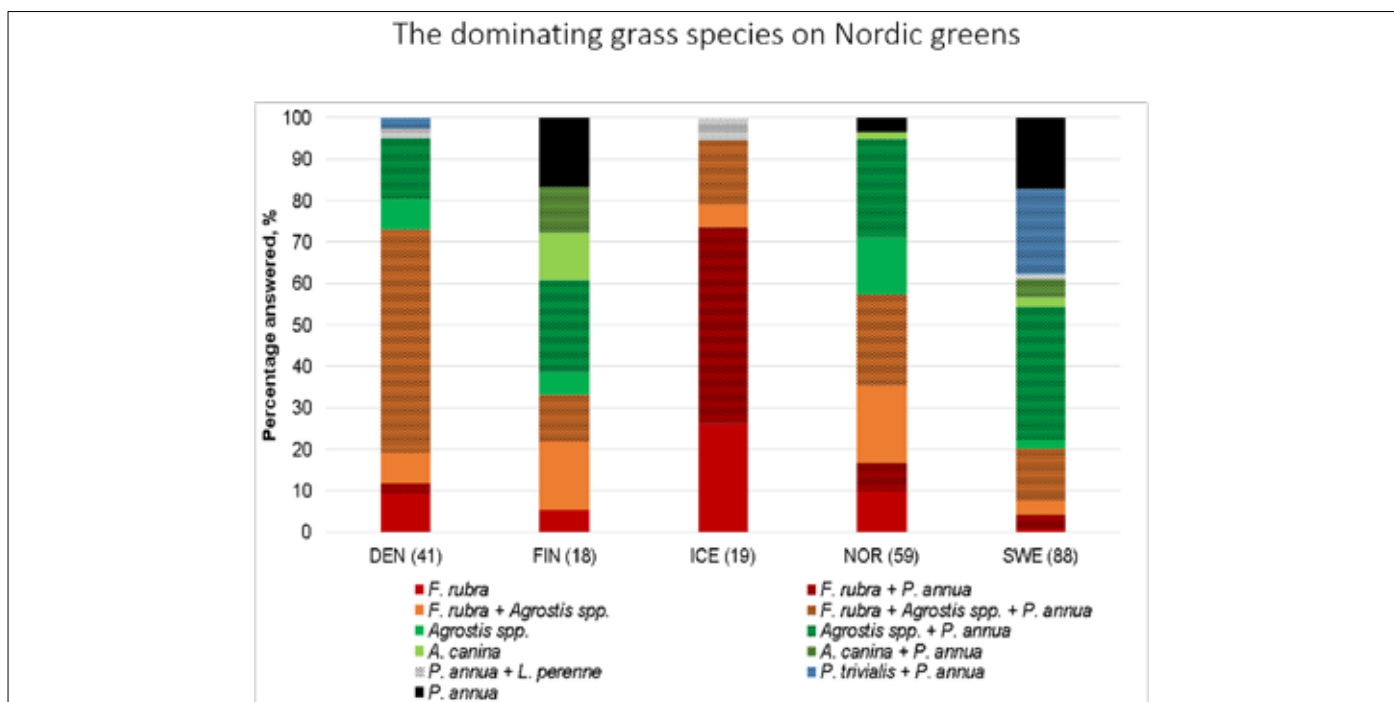
Anpassning till vinterstress påverkar inte bara gräsets tolerans mot abiotiska vinterpåfrestningar såsom låga frys temperaturer, isinkapsling och uttorkning, utan även deras motståndskraft mot biotiska påfrestningar, dvs. vinteraktiva sjukdomar (Ergon et al. 1998, Kuwabara & Imai 2009). Tronsmo et al. (2013) visade att brunven (*Agrostis*

canina L.) var mer känsligt än krypven för rosa snömögel under växtsäsongen, men motstod rosa snömögel bättre än krypven när båda arterna hade härdats.



Foto 2. En försöksgröen på Gjennstad, sydöstra Norge (59°N) sådd med olika blandningar av rödsvingel (*Festuca rubra* L. och rödven (*Agrostis capillaris* L.). Till höger finns en blandning av sorter från lägre latituder. Till vänster en blandning av nordligt anpassade norska sorter. Foto taget 18 december 2003 av Agnar Kvalbein.

GRÄSARTER FÖR NORDLIGA KLIMAT



Figur 3. Data baserad på en undersökning på nordiska golfbanor 2015. Antalet respondenter inom parentes (Kvalbein et al. 2017).

En översikt av detta ämne presenteras i STERF:s handbok The Grass Guide 2015 - Amenity Turf Grass Species for the Nordic Countries. Faktabladet [Grass species and varieties for severe winter climates](#) (2024) ger mer specifik information. Inom varje art kan sorter för green och fairway (kortklippt gräsmatta) rankas för vinterhärdighet via www.scanturf.org.

Arter som används på golfbanor

Nordiska golfbanor har många olika gräsarter på sina greener, och det finns intressanta skillnader mellan länder. Medan rödsvingel (*Festuca rubra* L.) är den dominerande arten på Island, används krypven mer i de andra länderna. Eftersom vitgröe vanligtvis invaderar av sig själv är det viktigt att känna till den faktiska artsammansättningen, och inte bara de arter som ingick i fröblandningen. Även om figur 2 baseras på en undersökning bland golfbanor i de fem nordiska länderna 2015, anser vi att den fortfarande är representativ, kanske med undantag för Finland som endast hade svar från 18 golfbanor 2015 (Kvalbein et al. 2017).

Vi har inga motsvarande data om gräsarter på fairways och tee, men baserat på information från fröleverantörer är den vanligaste blandningen på fairways rödsvingel och änsgröe (*Poa pratensis* L.). Perennt rajgräs (*Lolium perenne* L.) inkluderas ibland i södra Sverige och Dan-

mark i ett försök att konkurrera ut vitgröe och bredbladigt ogräs, används på trånga områden med mycket trafik och foregreens som är känsliga för slitage. Tees etableras vanligtvis med ängsgröe och rödsvingel och stödsådd med flerårigt rajgräs. Krypvens på fairways och tees finns endast på några få högbudgetbanor.

Vinterstresstolerans art för art

Arterna presenteras i alfabetisk ordning för botaniska namn, oavsett anpassning till green, fairway eller ruff höjd.

Brunven (*Agrostis canina* L.)

V Brunven presterade lika med (Espevig et al. 2011, Tronsmo et al. 2013) eller något efter (Espevig, Höglind & Aamlid 2014) krypven för frystålighet, men bättre än krypven vad gäller tolerans mot isinkapsling (Waalén et al. 2017, Watkins et al. 2025). Det senare kan troligen förklaras av en lägre respiration när gräset har härdat sig ordentligt. I det stadiet har brunven också samma tolerans mot snömögel som krypven (Tronsmo et al. 2013).

Det finns dock flera nackdelar med brunven, såsom extremt hög skottäthet som leder till thatch och problem med att införliva toppdressingsand (Foto 3), hög benägenhet för rosa snömögel under säsongen (inte härdade



Foto 3. Ultratät green med brunven. Foto: Trygve S. Aamlid.

växter, Tronsmo et al. 2013) och låg återhämtningsförmåga om någon form av skada skulle uppstå (Ebdon & DaCosta 2020).

Vi rekommenderar STERF:s handbok [Potential for velvet bentgrass on Nordic golfgreens](#) som diskuterar för- och nackdelar med att använda denna art. På grund av begränsad fröproduktion i Nordamerika har tillgången av frön på den nordiska marknaden varit ganska oförutsägbar de senaste åren, men situationen verkar vara något bättre i oktober 2025. Den mest vintertåliga sorten som www.scanturf.org listar är 'Vesper'.

Rödven (*Agrostis capillaris* L.)

Det finns färre sorter inom denna art jämfört med krypven, och vinterns stresstolerans är mer varierande. Gregos & Castler (2011) rapporterade överlag bättre motståndskraft mot snömögel i amerikanska sorter av rödven än hos krypven, men detta stämmer inte överens med SCAN-GREEN-sorttester som vanligtvis visar motsatsen (t.ex. Aamlid, Thorvaldsson et al. 2012, Hesselsøe, Borchert, Aamlid et al. 2023). Topppresterande sorter i Storbritannien (BSPB/STRI, Bingley) som 'Saulsbury' och 'Charles' kan inte rekommenderas i de nordiska länderna på grund av hög känslighet för rosa snömögel. De danska sorterna 'Jorvik' och 'Cleek', och ännu mer de nordamerikanska sorterna 'Heritage' och särskilt 'Puritan', är bättre anpassade till nordiska förhållanden och utgör en bra kompromiss mellan hög skottäthet, finbladig och acceptabel vinterhärdighet. Överlägsen tolerans mot abiotiska vinterskador finns hos den norska sorten 'Leirin', men många greenkeepers ser att skottätheten och finbladigheten är oacceptabel för puttinggreener (www.scanturf.org).

Krypven (*Agrostis stolonifera* L.)

Krypven är det huvudsakliga greengraset för golfbanor i Europa och Nordamerika, och nya sorter kommer ut på marknaden nästan varje år. Nordamerikanska golfbanor använder ofta krypven även på fairways som klipps på 8–10 mm, men denna ganska kostsamma metod används av några få golfbanor i de nordiska länderna. Krypvensproducenter inkluderar vanligtvis sjukdomsresistens och stresstolerans i sina utvecklingsprogram, men resistens mot rosa snömögel och grå snömögel har vanligtvis lägre prioritet än resistens mot dollar spot (*Clarireedia* sp.).

Jämfört med andra gräs rankas krypven vanligtvis som nummer ett när det gäller köldtålighet. Waalen et al. (2017) rankade den också som den näst mest toleranta mot isinkapsling, endast överträffad av brunven. Det finns dock en nyligen publicerad rapport som visar snabbare syrebrist hos krypven än hos rödsvingel under simulerad isinkapsling vid +0,5°C (Hesselsøe et al. 2025), och detta bekräftades delvis i en nyligen genomförd fältstudie i Minnesota (Watkins et al. 2025). Hesselsøe et al. (2025) fann att den gamla sorten 'Penncross' har bättre tolerans mot isinkapsling än nyare och tätare sorter. Den bästa kompromissen mellan gräskvalitet och allmän tolerans mot vinterpåfrestningar i den senast genomförda SCAN-GREEN-testrundan var 'L93XD'.

Tuvtåtel (*Deschampsia caespitosa* L.)

Detta är en av de mest vintertåliga och snömögelresistenta arterna på marknaden. Vi har sett inhemska genotyper överleva som den enda arten på svårt vinterskadade (ofta dåligt dränerade) fairways. Tuvtåtel har rekommenderats



Foto 4. SCANGREEN-sortstestning vid NIBIO Apelsvoll, norra klimatzonen. Krypven till höger och rödsvingel till vänster. Omärkta rutor i mitten är norska ekotyper av rödsvingel och rödven. Foto taget i maj 2008 av Bjørn Molteberg.

för skuggiga grönytor, men det är inget bra alternativ för tees och fotbollsplaner på grund av begränsad slitage- och återhämtningsförmåga. Vissa golfbanor som sådde denna art i ruffar och greenområden stötte på allvarliga problem eftersom tuvtåtel bildade täta tofsar och spelkvaliteten inte var acceptabel.

Hårdsvingel (*Festuca brevipila* Tracey) och fårsvingel (*Festuca ovina* L.)

Den traditionella användningen av dessa finbladiga men långsamt växande gräs finns i ruffar, på vägkanter och i andra områden med låg skötsel, särskilt under torra förhållanden och vid låg jordbördighet. Båda, särskilt fårsvingel, etablerar sig långsammare och tål mindre slitage än de tre underarterna av rödsvingel. Det finns lite dokumentation om vinterstresstoleransen hos hård och fårsvingel under nordiska förhållanden, men amerikansk forskning har visat att både hårdsvingel och, i mindre utsträckning, fårsvingel är mer toleranta än rödsvingel mot rosa snömögel, grå snömögel (Koch et al. 2024) och isinkapsling (E. Watkins, pers. comm., dec. 2025). Liksom rödsvingel blir hård och fårsvingel snabbt utkonkurrerad på våta jordar.

De egenskaper som har lett till förnyat intresse för dessa arter de senaste åren är bättre motståndskraft mot dollar spot och bättre förmåga att hålla sig vid liv under långvarig och extrem torka. Av dessa skäl har forskare testat inkludering av hårdsvingel eller fårsvingel i fröblandningar för fairway, men med begränsad framgång hittills (t.ex. Reiter et al. 2017). Till skillnad från rörsvingel, har hård och fårsvingel inte ett omfattande rotsystem, och vi vet inte om de kommer att motstå kombinationen av starkt solsken, låga temperaturer och uttorkande vind på våren bättre än rödsvingel.

Rödsvingel (*Festuca rubra* L.)

Vi delar in denna art i tre underarter baserat på kromosomantal samt existensen och längden på rhizomerna. Röd-

svingel med långa utlöpare (*F. rubra* ssp. *rubra*) finns i norra Skandinavien och lokala genotyper är väl anpassade till kalla vintrar. Den norska sorten 'Frigg' har överlägsen vinterstresstolerans, men detta sker på bekostnad av en brunaktig och ganska matt vinterfärg (Foto 5). Liksom andra sorter av rödsvingel med långa utlöpare är 'Friggs' skotttäthet inte acceptabel på greener, men det är ett bra alternativ i fröblandningar för fairways och semiruffar i områden med kalla vintrar.

Tätvuxen rödsvingel (*F. rubra* ssp. *commutata*) producerar inte rhizomer, utan har ett tätare svärd än rödsvingel med långa utlöpare. Den växer vilt i Danmark och södra Sverige där den vanligtvis anses vara mer 'köldtålig' än rödsvingel med långa utlöpare och rödsvingel med korta utlöpare (*F. rubra* ssp. *littoralis*), den senare med en mer kustnära anpassning (Petersen 1981). I de tidiga SCANGREEN-studierna kännetecknades den olika anpassningen av tätvuxen rödsvingel och rödsvingel med korta utlöpare ofta av en mindre grön vinterfärg och mer

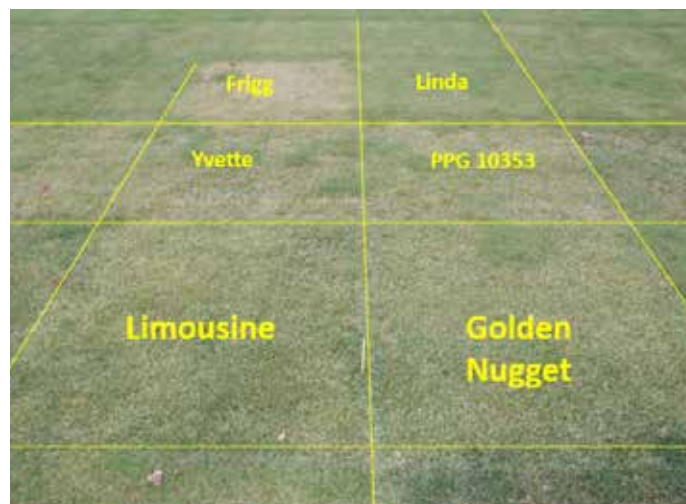


Foto 5. Färg i november av rödsvingel med långa utlöpare 'Frigg', tätvuxen svingel 'Linda' och fyra sorter av ängsgröe vid sortstest på 30 mm klipphöjd på NIBIO Landvik. Foto:Trygve S.Aamlid

rosa snömögel och övergripande vinterskador hos rödsvingel med korta utlöpare (t.ex. Aamlid, Thorvaldson et al. 2012). I en datamängd som täcker 20 års sortprovning i de nordiska länderna (klipphöjd 15–35 mm) dokumenterade dock Aamlid & Gensollen (2014) bättre genetiska framsteg för snömögel resistens hos rödsvingel med korta utlöpare än hos tätvuxen rödsvingel, och detta har senare bekräftats av den senaste testrundan i SCANGREEN som visade liten skillnad i genomsnittspoängen för de två underarterna, men betydande skillnader mellan sorter inom varje underart, för vinterfärg, rosa snömögel och total vinterskada (Hesselsøe, Borchert, Aamlid et al. 2023). I Nordamerika har tätvuxen rödsvingel vanligtvis ansetts ha minst snömögelresistens (både grå snömögel och rosa snömögel) av finbladig svingel (Braun et al. 2020, Koch et al. 2024). Nyligen fann Watkins et al. (2025) också bättre tolerans mot isinkapsling hos rödsvingel med korta utlöpare än hos tätvuxen rödsvingel.

För golfbanor i de nordiska länderna är vår nuvarande rekommendation att använda en 50/50-fröblandning i den södra klimatzonen (Fig. 1), men en tätvuxen rödsvingel-dominerad blandning (75/25) i den norra klimatzonen (Aamlid, Hesselsøe & Pettersen 2025). Inkludera alltid minst två topprankade sorter av varje underart enligt www.scanturf.org.

Rödsvingel är ett gräs med låga näringskrav, vilket innebär att behovet av gödsel är 50–70 % jämfört med krypven och vitgröe. Detta gäller även för höstgödsling. Även om tillväxten på våren förbättrades avsevärt när rödsvingel fick sen kvävegödsling före vintern (Kvalbein & Aamlid 2012), rekommenderar vi att 2/3 av den årliga kvävegivan till rödsvingelgreener ges under första halvan av växtsäsongen (Chen et al. 2024).

Rödsvingel är betydligt mer motståndskraftig mot snömögel än krypven (Gregos & Casler 2013). Av denna

anledning rankas det ofta högre än krypven när det gäller sammantagen vinterhårdighet i SCANGREEN-försöken, som inte är besprutade med svampmedel. Men även rödsvingel kan infekteras med rosa snömögel, särskilt om den inte härdat.

Rödsvingels tolerans mot låga kallgrader på oskyddade greener är sämre än hos krypven (Espevig, Höglind & Aamlid 2014, Waalen et al. 2025). Traditionellt har den också ansetts vara mindre tolerant mot isinkapsling än krypven (Waalen et al. 2017), men nyare forskning visade att rödsvingel är i nivå med (Waalen et al. 2025) eller bättre än (Hesselsøe et al. 2025, Watkins et al. 2025) krypven under extrema anoxiska förhållanden. På fairways är rödsvingelvarianter utom 'Frigg' vanligtvis mindre vinterhårdiga än ängsgröe, särskilt om fairways är dåligt dränerade (Espevig, Kvalbein & Aamlid 2014).

Riktlinjer för hantering av rödsvingel och diskussioner om svingel/krypvens blandningar finns i STERF:s handbok [Red fescue management](#) (2016).

Rörsvingel **(*Schedonorus arundinaceus* (Schreb.) Dumort. syn. *Festuca arundinacea*)**

Rörsvingel har ett djupt rotsystem som ger bättre torktålighet än något annat gräs. Dess traditionella användning har varit på hemmagrasmattor i södra Europa och Nordamerika, men vi ser för närvarande ökat intresse för denna art även i norra Europa på grund av dess överlägsna torktålighet. Många fröproducenter investerar för närvarande kraftigt i rörsvingel för att övervinna nackdelar som långsam etablering, grov bladstruktur och begränsad slitagetolerans. För att denna art ska kunna bli ett alternativ i fröblandningar för (semi)ruffar eller till och med fairways på golfbanor i den södra klimatzonen i Norden, behövs också förbättrad resistens mot rosa snömögel och abiotiska vinterskador. Hittills har den övergripande



Foto 6. Sortstestning av flerårigt rajgräs (4 rader till vänster), ängsgröe (1 1/2 rad i mitten) och rörsvingel (2 1/2 rader till höger) vid Landvik den 2 april 2016. Foto:Trygve S. Aamlid.

vinterstresstoleransen hos rörsvingel mestadels legat efter flerårigt rajgräs vid sortstester i Landvik, södra Norge (Foto 6). I norra USA anses rörsvingel vanligtvis vara känslig för snömögel, men mer tolerant mot abiotiska vinterpåfrestningar än flerårigt rajgräs (E. Watkins, pers. meddelande, dec. 2025).

Flerårigt rajgräs (*Lolium perenne* L.)

Vinter överlevnaden av flerårigt rajgräs på greener och fairways är oförutsägbart i den norra klimatzonen, men är vanligtvis ganska beständig i den södra zonen. Förädling för frystolerans av flerårigt rajgräs har pågått under en längre tid (t.ex. Hulke et al. 2008, Iraba et al. 2013, Vossen 2023), men den genetiska utvecklingen för sammanlagd vinterhärdighet vid europeisk sorttestning var begränsad åtminstone fram till 2010 (Aamlid & Gensollen 2014). Numera har det fleråriga rajgräs genom kartlagts mer noggrant än hos någon annan gräsart, (Vines et al. 2023) och detta kommer förhoppningsvis att leda till större framsteg för vinterrelaterade karaktärer i framtiden. Tetraploida sorter av flerårigt rajgräs representerar en förbättring av motståndskraften mot vintersjukdomar (Foto 7), men vi tvivlar på att en liknande fördel finns för abiotiska vinterskador eftersom tetraploida sorter har större och mer suckulenta celler.

Vildtimotej (*Phleum bertolonii* DC.)

Vår erfarenhet av vildtimotej är mycket begränsad eftersom en sort av den testas för första gången i SC-ANGREEN 2023-2026. Från och med oktober 2025 har vinteröverlevnaden varit god utan rosa snömögel i den södra klimatzonen, men vildtimotej har fått mer total vinterskada än rödsvingel och krypven i den norra zonen.



Foto 7. Den tetraploida sorten 'Fabian' av flerårigt rajgräs (vänster rad, nr 2 från botten) är mindre mottaglig för rosa snömögel än diploida varianter. Från sorttestning på Landvik våren 2018. Foto: Trygve S. Aamlid.

Vitgröe (*Poa annua* L.)

Denna osådda, men genetiskt flexibla och mycket anpassningsbara art är förmodligen det vanligaste gräset på golfbanor i norra Europa och Nordamerika. Kanadensiska forskare fann att de mest vintertåliga genotyperna kom från områden med varierande vintertemperaturer, inte från de kallare inlandsområdena med stabila snötäcken (Dionne et al 2001, 2011). Trots detta brukar vi ranka vitgröe som den minst vintertåliga arten på fotbollsplaner och golfbanor. Den är mycket känslig för snömögel, har lägre frystålgighet än krypven och svingel, och överlever normalt inte mer än 30–45 dagar av isinkapsling (Tompkins et al. 2004, Aamlid et al. 2009, Schmid et al. 2010, Waalen et al. 2025). Det grunda rotsystemet tillhandahåller också lite vatten under de kritiska torra perioderna på våren. vitgröegreener med acceptabel kvalitet på våren är sällsynta i norra Skandinavien, och tillgång till effektiva svampmedel är nödvändig för bra kvalitet på våren även i den södra klimatzonen.

Vitgröe är det enda gräset som producerar frö på klipphöjder som är vanliga på greener. Eftersom en viss andel av fröna är vilande bildar arten vanligtvis en produktiv fröbank (Thompson & Grime 1979). Tillsammans med flerårigt rajgräs gror vitgröe vanligtvis vid lägre temperaturer än andra arter som används på greener. Dessa egenskaper bidrar till artens invasivitet, vilket innebär att andelen vitgröe vanligtvis ökar varje gång en green dör på grund av vinterskador. Av denna anledning är det viktigt att undvika skötselmetoder som främjar vitgröe. Denna handbok handlar inte om vitgröe kontroll, men rubrikerna skulle vara:

1. Undvik mekanisk störning av ytan
2. Håll rotzonen torr
3. Begränsa gödselmängden, särskilt i gränserna av växtsäsongen när vitgröe har fördel (Chen et al. 2024)

På den negativa sidan finns alltid en risk att ett strikt schema som följer dessa rekommendationer kan minska spelkvaliteten på en vitgröe dominerad green på grund av antraknos (*Colletotricum graminicola*) och fröställningar. Detta gör vitgröereduktion till en känslig balans.

'True Putt' och 'Two Putt', två kommersiella sorter av vitgröe från Minnesota, har testats i SCANGREEN-försöken. Tyvärr kan ingen av dem rekommenderas. Greenkeepers som vill ha vitgröe på sina greener bör i stället bevara och utveckla sina lokala ekotyper. Vitgröegreener kan etableras genom att ta material från vertikalskärning eller hålpipor från granngreener.

Ängsgröe (*Poa pratensis* L.)

Tidiga studier visade att ängsgröe klippt på 37,5 mm och med en årlig gödselmängd på 35 kg N/ha/år hade bättre tolerans mot isinkapsling än vitgröe som hölls på 12,5 mm och 70 kg N/ha/år, men mindre tolerans än krypven som klipptes på 5 mm och 140 kg N/ha/år (Beard 1964, Trots detta visar nordiska sortstester sällan några problem med ängsgröes vinteröverlevnad vid 15–35 mm klipp höjd

(foto 5 och 6). I vissa fall har vi till och med hittat överlevande plantor av ängsgröe på annars döda greener.

Ängsgröe är ett självklart val i fröblandningar för nordiska fairways och tees. Under de senaste tio åren har den också inkluderats i SCANGREEN-testerna på 5 mm klipphöjd. Här överlever den vanligtvis de första två eller tre vintrarna, men vi har inte mätt spelkvaliteten på de ganska grova, styva och uppräta bladen.

På grund av långsam uppkomst etablerar sig ängsgröe sällan när det säs in i etablerat gräsbestånd (Aamlid et al. 2012). Torvning av ängsgröe som dominant art kan vara ett alternativ på bunkerkanter och andra områden som är benägna att erodera.

Trampgröe (*Poa supina* Schrad.)

Denna skugg- och slitagetoleranta art har också överlägsen vintertolerans (Stier et al. 2003). Den växer aggressivt och de ganska grova, ljusgröna plantorna tenderar att sprida sig vegetativt till områden där de inte hör hemma. Vi är därför tveksamma till att rekommendera denna art, förutom i speciella fall, t.ex. för inhägnade fotbollsplaner och på isolerade och skuggiga tees. Finska erfarenheter tyder på att trampgröe kan ersätta vitgröe på greener där greenerna dör regelbundet (Hakamäki 2014), och detta har bekräftats genom SCANGREEN-sorttester vid Apelsvoll (Foto 8).

Kärrgröe (*Poa trivialis* L.)

Baserat på frystesterna som utfördes av (Beard 1966) har amerikanska läroböcker ofta rankat kärrgröe som ett av de mest köldtåliga gräsen, endast överträffat av krypven. Nordiska studier har inte bekräftat dessa resultat (Foto 8) och vi brukar ranka den något mer vintertålig än flerårigt rajgräs. I SCANGREEN-försöken, särskilt i den södra klimatzonen, har rena bestånd av kärrgröe ofta låg densitet och en lila eller nästan brunaktig färg, även om detta är mindre tydligt i blandningar med krypven och andra arter. (Se följande stycke om användningen av kärrgröe som amgröda.)

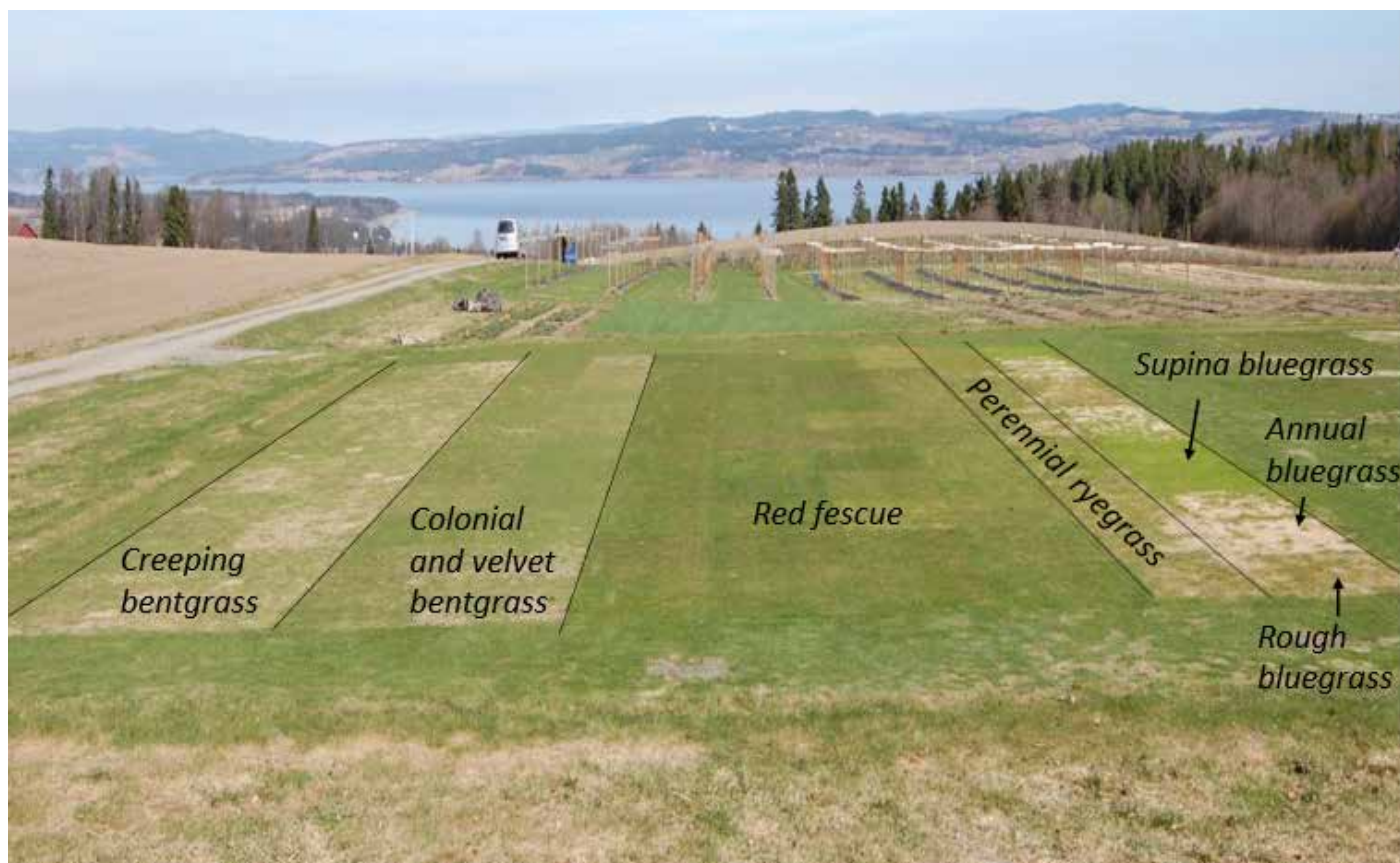


Foto 8. SCANGREEN-försöket vid NIBIO Apelsvoll våren 2013. Trampgröe hade bättre vinteröverlevnad än vitgröe och kärrgröe. Foto: Trygve S. Aamlid.

SKÖTSEL AV VINTERSJUKDOMAR



Foto 9a-d. Snömögel direkt efter snösmältning. Foton: Tatsiana Espevig

Växtförsvar

Nyare forskning om växtgenetik har gett nya insikter i den komplexa kampen mellan växter och svampar. Växter kan känna igen invaderande svampar och aktivera flera försvarssystem, inklusive att bygga starkare cellväggar och producera kemikalier som är giftiga för patogenerna. Inkräktarna kan i sin tur ofta övervinna dessa försvarsmekanismer. Växtforskare är överens om att sockerarter är viktiga i denna kamp mellan värden och svamparna, och många greenkeepers är medvetna om sin roll som 'kolhydratförvaltare'. Vi anser att detta tillvägagångssätt är användbart, eftersom det ger en nyckel till att förstå några av våra observationer om golfgreenar.

Horsfall & Dimond (1957) skiljde mellan 'lågsockersjukdomar' och 'högsockersjukdomar'. De visade att växter med låga sockernivåer är mer mottagliga för vissa sjukdomar, och de använde *Fusarium*-vissnen (det tidigare namnet för snömögel) som exempel på en 'lågsockersjukdom'. I kontrast användes rost (*Puccinia* sp.) och mjöldagg (*Blumeria graminis*) som exempel på 'högsockersjukdomar'.

Även om interaktioner mellan växtens sockerstatus och vintersjukdomar inte är fullt ut förstådda, har det visats att motståndet mot snömögel ökar med högre nivåer av socker i växtvävnaden (Vanderplank 1984, Gaudet et al. 1999) och att detta orsakas av härdningen (Tronsmo et al.

2001). Härdade växtarter och sorter med hög sockerhalt uppvisar vanligtvis god motståndskraft mot snömögel. Dessutom påverkas snömögelresistens inte bara av den totala sockerhalten, utan också av mängden reservkolhydrater – fruktaner (se nästa stycke) och av långsammare sockermetabolism i de mer resistenterna arterna och sorterna (Yoshida et al. 1997, Gaudet et al. 1999; Bertrand et al. 2011).

Sackaros som produceras genom fotosyntes fungerar som den primära energikällan för växters tillväxt och överlevnad. Sackaros kan omvandlas till andra sockerarter eller bindas samman i långa kedjor för att bilda föreningar som cellulosa, fruktaner, stärkelse och den mer komplexa ligninmolekylen. Fruktaner är de viktigaste sockren för långsiktig energilagring hos gräsväxter av tempererat ursprung (Smith 1972). Förhållandet mellan sackaros och fruktaner i gräs är dynamiskt och beror på fotosynteshastighet och tillväxthastighet. I avsaknad av fotosyntes under snö omvandlas fruktaner tillbaka till sackaros för att ge energi för andning och skydd mot snömögel.

Sackaros ger inte bara energi, utan fungerar tillsammans med andra sockerarter också som en viktig köldsyddande medel (Olien 1967, Anchordoguy et al. 1987). Den fungerar som en kontrollant och en signalmolekyl (Rolland et al. 2006, Ruan 2014) som aktiverar gener som upprättar växtförsvarssystem (Morkunas & Ratajczak 2014, Moghaddam & van den Ende 2012). När en svamp invaderar

en växtcell blir cellen ett slagfält. Snabb energitransport in i striden är avgörande, och innehållet av vattenlösligt socker i granncellerna är viktigt. Växter som är låga på socker blir förlorarna.

Lågt sockerinnehåll kan ha många orsaker. Skugga minskar tydligt sockerproduktionen, medan syrebrist i jorden (på grund av kompaktion, thatchproblem, dålig dränering eller isinkapsling) kan göra att rotcellerna bränner socker ineffektivt på grund av anaerob andning. För mycket kväve, särskilt i sensommaren och tidig höst, stimulerar tillväxten och styr socker mot nycellproduktion och höjdtillväxt snarare än lagring.

Under härdningen slutar gräset nästan att växa, vilket tillåter socker att ansamlas i deras celler. Denna ansamling ökar deras motståndskraft mot vintersvampar och andra påfrestningar under den kalla årstiden.

De vanligaste vintersjukdomarna

Vissa svampar är aktiva vid låg temperatur och kan angripa växter i det fuktiga mikroklimatet under snö. Dessa patogener kallas ofta snömögel, eftersom de ofta lämnar vitt mycelium på gräset när snön smälter (Foto 9). Vissa av dessa patogener kan förbli aktiva även utan snö. Det är viktigt att komma ihåg att du kan hitta andra svampar som angriper växter vid låga temperaturer än de som beskrivs nedan. Snömögel anses vara svaga patogener, vilket betyder att de främst är aktiva när det finns liten eller ingen konkurrens från andra svampar.

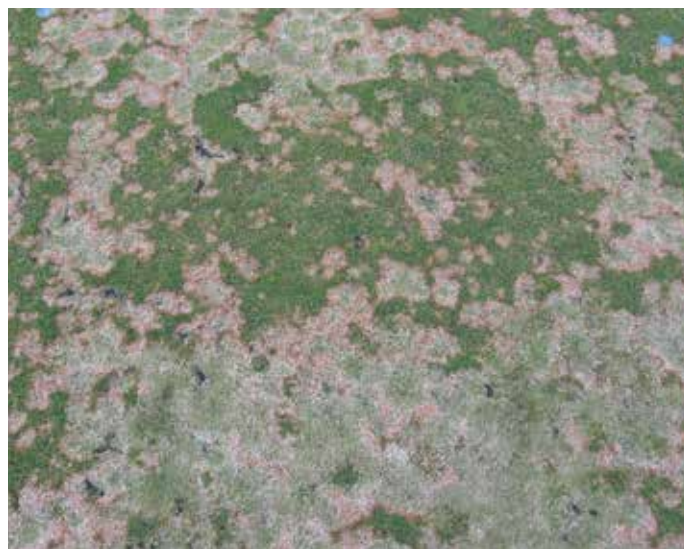


Foto 10. Rosa snömögel på vitgröe, Landvik våren 2017 efter en mild vinter med sex snöfall som varar från 2 timmar till 2 dagar. Foto: Tatsiana Espevig.

Rosa snömögel

Rosa snömögel orsakad av *Microdochium nivale* (kallad *Fusarium nivale* från 1901 till 1983) är den ekonomiskt viktigaste grässljukdomen i de nordiska länderna (Tronsmo et al. 2001, Kvalbein et al. 2017, Melbye 2019). Till skillnad från andra snömögel kan den angripa gräset utan snötäcke. Under fuktiga och svala perioder, även på sommaren och vanligtvis på hösten, kan rosa snömögel för-

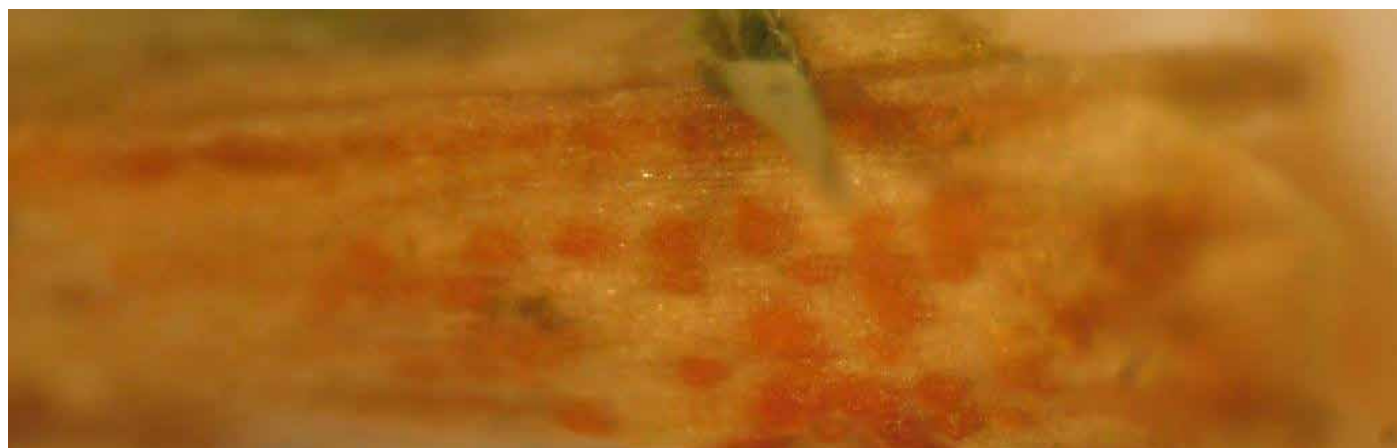


Foto 11a-c. Sporodochier av *Microdochium nivale* på vitgröe (uppe till vänster och nere) och sporer av *M. nivale* med 400 gånger förstoring (uppe till höger). Foton: Tatsiana Espevig.

störa puttningskvaliteten på golfgreenen. Vålgödslat gräs kan också drabbas av massiva attacker på våren, även vid temperaturer över 10 °C.

Efter snösmältning har mitten av rosa snömögel ofta en ljusbrun färg medan kanterna är rödbruna eller till och med rosa (Foto 10). Detta beror på att sporer av *M. nivale* finns i sporodochier (fruktstrukturer bestående av kluster med en massa sporer och mycelium) som är orange till färgen (Foto 10). Rosa snömögel är namnet på dessa "vårsymptom".

M. nivale angriper alla gräsarter som används på golfgreenen. Vitgröe är mest mottagligt, följt av rödven, krypven och rödsvingel (Foto 12). Brunven är mottagligt under växtsäsongen, men blir mer motståndskraftigt än krypven efter härdning på hösten (Tronsmo et al. 2013).

M. nivale sprids med sporer, men svamparna kan överleva i thatch och angripa gräset från växande mycel. Sporer som sprids från kontaminerad thatch antas vara den huvudsakliga infektkällan (Tronsmo et al. 2001). Detta förklarar troligen varför vissa greenen har högre sjukdomstryck än andra.

Skugga eller en högre andel vitgröe är faktorer som ökar infektionen rosa snömögel.

Rosa snömögel är en typisk lågsockersjukdom. På sensommaren ökar den höga jordtemperaturen mineraliseringen av kväve från thatch, stimulerar tillväxt och sänker sockerhalten i växtvävnaden. I kombination med dagg och fuktiga blad som tillåter sporer att gro, blir miljön perfekt för utveckling av rosa snömögel. Överdriven kvävegödsling på hösten stimulerar ytterligare sjukdomsutvecklingen. Se följande kapitel om gödsling.



Foto 12a-d. Rosa snömögel på vitgröe i juli 2011 (uppe till vänster) och i november 2018 (uppe till höger), på rödsvingel i oktober 2013 (nere till vänster) och på brunven i oktober 2007 (nere till höger). Alla foton är från NIBIO:s gräsforskningscenter Landvik. Foton: Tatsiana Espevig.

Grå snömögel

Snömögel som orsakas av *Typhula*-arter är ofta ytliga i den meningen att de endast dödar bladen. Dock kan tillväxtpunkten också skadas, och gräset kan dö i områden med ett kortare snötäcke. Grå snömögel är snöberoende, omfattningen av skadan beror på hur länge snötäcket varar (Årsvoll 1973). *Typhula ishkariensis* (svart snömögel) behöver minst tre månaders snötäcke för att orsaka betydande skador. Snöbehovet för *Typhula incarnata* (grå snömögel) är lägre, och sklerotier kan bildas även efter tre veckors snötäcke (Foto 13). Således ser vi i försöken vid Landvik på Norges sydkust (av och till vinter, ofta med bara några veckors snötäcke) ofta ytliga attacker av *T. incarnata* i flerårigt rajgräs och krypven, men *T. ishkariensis* har hittills inte upptäckts. I kontrast kan båda typhulaarterna förekomma vid Apelsvoll.

Gemensamt för de två typhulaarterna är att de utvecklar gråaktiga fläckar på våren (Foto 13). Det kan vara svårt

att skilja på dom ute i fält om man inte hittar sklerotier (en kompakt massa hyfer som bildas av svamparna för att överleva sommaren). Sklerotierna är rödbruna i *T. incarnata* (Foto 14, 15) och nästan svarta och mindre i *T. ishkariensis*, och de är inbäddade i de döda gräsbladen på våren (Foto 14). På hösten förgrenar sklerotierna sig till fruktkroppar som är rosa hos *T. incarnata* (Foto 15, 16) och vita hos *T. ishkariensis*. Om du ser dessa fruktkroppar visar det att svampen är närvarande, men väderförhållandena och aklimatiseringsstatusen på ditt område avgör om det kommer att bli ett sjukdomsutbrott eller inte.

Tillsammans med svampar tillhör *Typhula* en svampgrupp som kallas *Basidiomycetes*, medan *Microdochium* tillhör *Ascomycetes*. Detta innebär att vissa fungicider som är effektiva för att kontrollera *Microdochium* inte påverkar *Typhula* (Hsiang et al. 1999).



Foto 13a,b. Landvik, februari 2019: Grå snömögel (mörkare fläckar längst ner på bilden) och rosa snömögel (ljusare fläckar högst upp på bilden) (vänster). Sclerotia av *Typhula incarnata* bildades efter tre veckors snötäcke (till höger). Foton: Tatsiana Espevig.



Foto 14. Grå snömögel på brunven i april 2010 på Kongsberg GC, Norge (vänster foto). Rödbruna sklerotier av *Typhula incarnata* (till höger) och mindre, svarta sklerotier av *T. ishkariensis* inbäddade i döda blad (till vänster) i gräsmattan vid Apelsvoll i april 2018 (höger bild). Foton: Tatsiana Espevig.



Foto 15. *Typhula incarnata*: Sclerotia (vänster), sclerotium som gror till fruktkropp (mitten) och fruktkroppar i senhösten på en krypvensgreen. Foton: Tatsiana Espevig (vänster & mitten) och Terje Haugen (höger).



Foto 16. Fruktkroppar av *Typhula incarnata* i slutet av hösten. Foto: Tatsiana Espevig.

Andra vintersjukdomar

Vissa andra svampar kan också angripa gräset under snötäcke (Foto 17). *Typhula phacorrhiza* (hög trädklubba) finns i norra Europa. Oomyceter (inte riktiga svampar) *Phythium iwayamai* (är en algsvamp) växer snabbt i iskallt vatten under snö. *Sclerotinia borealis* (gräsröta) kan döda gräset om snötäcket varar ungefär 6 månader. *Laetisaria fuciformis*, som orsakar rödtrådsjuka, kan också vara aktiv tidigt på våren efter snösmältning. Var medveten om att sällsynta och nya sjukdomar kan uppstå. Om du tvivlar, skicka prover till vårt sjukdomslaboratorium för identifiering. Mer information om biotiska vinterskador finns i STERF:s faktablad [WINTER DISEASES - Biotic winter damage](#) (Espevig & Aamlid 2018).



Foto 17. Aktiv rhizoctonia svampar (ovan) och ytliga häxringar (nedan) efter snösmältning. Foton: Per Bengtsson (ovan) och Tatsiana Espevig (nedan).

INTEGRERADE SKÖTSELMETODER FÖR ATT FÖREBYGGA VINTERSJUKDOMAR

Gödsling

Vår gödslingsstrategi under de senaste tjugo åren har baserats på några enkla principer som lärts av ett team av växtnäringsforskare vid Sveriges Lantbruks Universitet (SLU). De arbetade med detta i tre decennier. De viktigaste principerna är:

1. Alla växter behöver samma blandning av näringsämnen året runt, och det optimala förhållandet mellan dessa näringsämnen är väl definierat (Tabell 1)
2. Näringsämnen, där kväve är den begränsande faktorn som styr tillväxten, bör ges ofta i givor som motsvarar plantans tillväxtpotential, bestämd av gräsartens (genetik) och miljöförhållanden såsom temperatur, ljus och vattentillgång.

Växter är extremt flexibla och kan anpassa sig till variationer i näringstillgång genom att återuppbygga portar och pumpar i sina rotcellsmembran. Denna anpassning

är dock en energikrävande process. För att spara energi (socker) bör du hålla näringsblandningen i jorden stabil och så optimal som möjligt. På en USGA-spec. green är det enklaste sättet att gödsla lite men ofta varje vecka med "det optimala gödselmedlet" (Tabell 1).

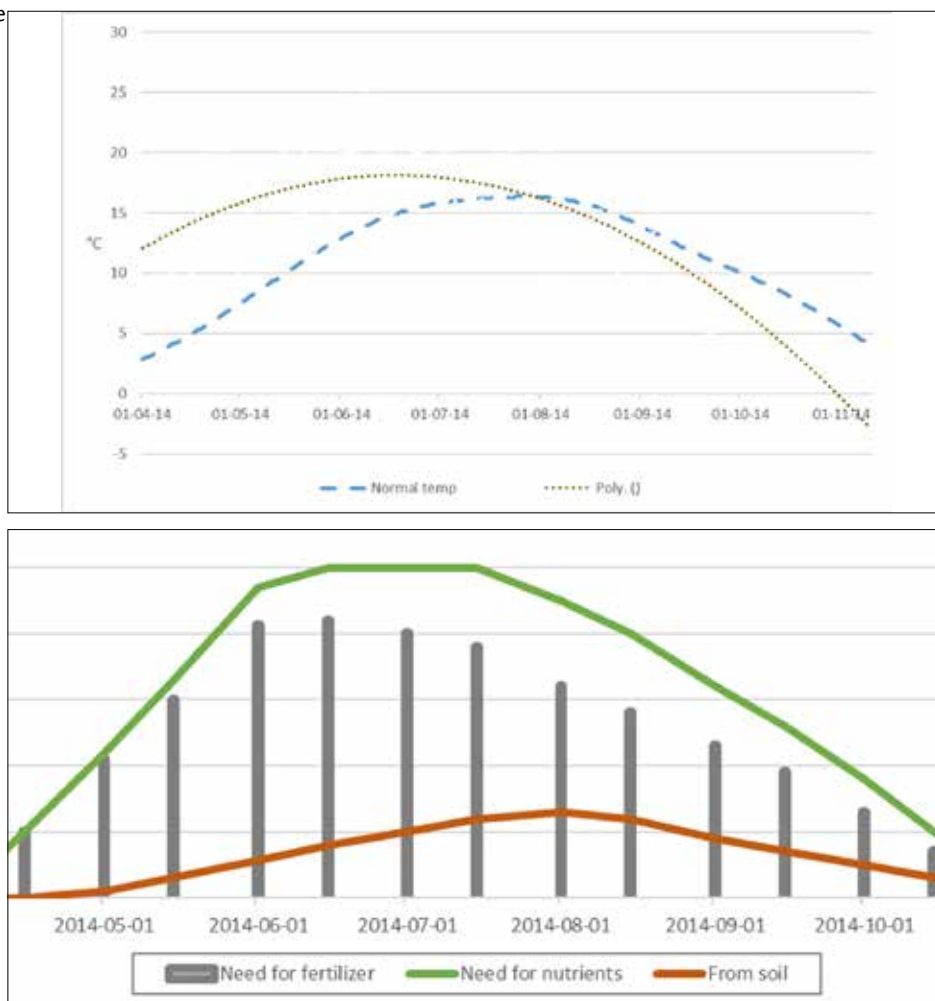
Den veckovisa appliceringen bör anpassas efter gräsarens tillväxtkapacitet (på greener: vitgröe > ven > svingel) och miljöförhållandena. Mineralisering av näringsämnen från nedbrytning av thatch kommer att täcka vissa av plantans behov när jordtemperaturen är hög (Figur 4). Växternas tillväxtpotential minskar på sommaren om den genomsnittliga dygnstemperaturen är högre än 20 °C. Med tillräcklig vattentillgång har vi hittills sällan upplevt kraftig nedgång under sommaren på grund av värmestress i de nordiska länderna, men detta kan förändras med global uppvärmning i framtiden.

Du kan läsa mer om tillväxtanpassad gödsling i STERF:s [Precision fertilization handbook](#) (Ericsson et al, uppd2021).

Tabell 1. Den optimala växtnäringen. Varje ämne i vikt jämfört med kväve (=100)

Nitrogen	100
Potassium	65
Phosphorus	14
Sulfur	9
Magnesium	6
Calcium	7
Iron	0.7
Manganese	0.4
Boron	0.2
Zink	0.06
Copper	0.03
Chlorine	0.03
Molybdenum	0.003
Nickel	*

* Brist på pålitlig data



Figur 4. Ovan: Normal bestrålning och temperatur i södra Norge. Nedan: Rekommenderad gödsling bestämd av växtförutsättningar och jordens bördighet (mineralisering av organiskt material i jorden)

Gödslingsförsök på hösten

Åren 2014–2016 genomförde vi gödslingsexperiment på vitgröe och krypven vid NIBIO Landvik och NIBIO Apelsvoll. Detaljerad information finns i bilaga 1. Figur 5 visar utvecklingen av rosa snömögel vid Landvik under vintern 2014–15. De två högre kvävenivåerna (55 och 84 kg N/ha) från mitten av september till slutet av november) orsakade betydligt mer sjukdom på våren hos båda arterna. I kontrast tenderade den låga N-givan (28 kg N/ha) att ha mindre sjukdom än i behandlingen som endast gödslades med andra näringsämnen än kväve. Vi använde inga fungicider i dessa försök.

De positiva effekterna av kväve på hösten är god färg och tillväxt tills låga temperaturer startar härdningsprocessen. Höstgödsling påskyndar också vårens tillväxt (Kvalbein & Aamlid 2012). Flera studier, väl granskade av Bauer et al. (2012), bekräftar dessa positiva effekter. Försöksbevisen från Landvik som presenteras i figur 5 visar dock tydligt att kvävehalten på hösten bör vara låg. I ett nytt experiment på en vitgröegreen vid Landvik resulterade en ökning av kväve i november från 0 % till 3 % av den årliga givan (292 och 313 kg N^{ha-1} år⁻¹ år 2020 respektive 2021) i 38 % och 10 % mer rosa snömögel våarna 2021 och 2022 (manuskript under förberedelse).

Några andra näringsämnen

Kalium

I STERF:s undersökning bland nordiska golfbanor 2014–15 rapporterade ≥25 % av respondenterna i Danmark, Norge, Sverige och Finland att de vanligtvis applicerade extra kalium på hösten (Økland et al. 2018). Enligt vår mening speglar detta ett av de vanligaste missförstånden inom golfbaneskötsel, nämligen att höga kaliumnivåer på hösten förbättrar gräsets tolerans mot både biotiska och abiotiska vinterstressfaktorer. Höstgödselmedel från olika gödseltillverkare innehåller vanligtvis 3–5 gånger mer kalium än kväve, men vi känner inte till någon forskning som dokumenterar fördelarna med så låga N: K-förhållanden. När det gäller vintersjukdomar på gräs finns det två amerikanska artiklar som visar motsatt resultat, nämligen mer rosa snömögel och grå snömögel med konstant N men mer K från N:K = 2:1 till 1:8 (Moody & Rossi 2010) eller från 1:0 till 1:2,5 (Bier et al. 2018). Även om växter kan ha ett visst lyxigt upptag av K, lämnar analyser av vattenläckage från våra sandbaserade lysimetrar inget tvivel om att det mesta av kaliumet som ges i 'höstgödseltyper' så småningom hamnar i dräneringssystemet. Vi drar därför slutsatsen att STERF:s optimala förhållande mellan N och K, 100:65 (Tabell 1), gäller även när det gäller förebyggande av gräsgräsjukdomar under vintern.

Svavel/sulfat

Elementärt svavel är ett gammalt svampmedel. Rausch & Wachter (2005) granskade svavels roll i växters försvarsmekanismer och använde termen 'svavelinducerad resistens'. Dock visade experimenten vid Landvik och Apelsvoll ingen effekt på rosa snömögel vare sig hösten eller våren av överdriven sulfatapplicering på hösten (N:S-giva = 100:160) jämfört med inget sulfat eller rekommenderad dos (N:S= 100:9, tabell 1). Baserat på detta rekommenderar vi inte att utesluta sulfat från höstens applikationer, men de högre nivåerna bör undvikas. Våra experiment gav också vissa indikationer på att överdrivna

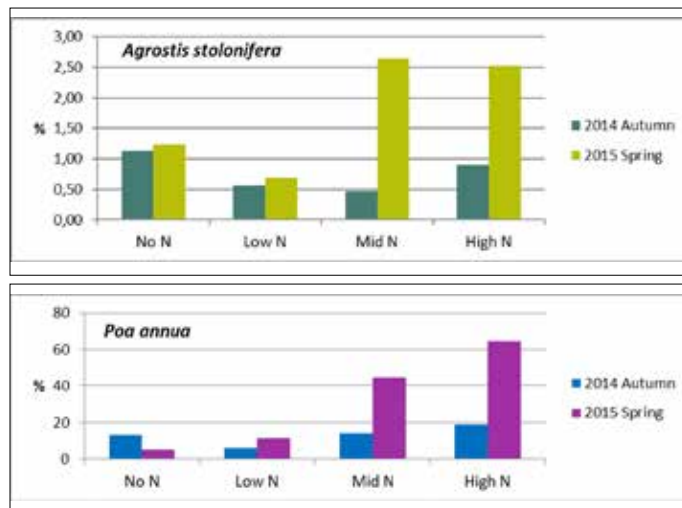


Figure 5. Rosa snömögel (% av ytan) på hösten och följande vår vid Landvik som respons på fyra kvävenivåer från medio september till slutet av november. Notera de olika skalorna på Y-axeln.

mängder sulfat kan minska vårtillväxten.

Järn och järnsulfat

Många nordiska greenkeepers applicerar extra järn på hösten (Figur 6). Även om motiven till detta kan variera, råder det ingen tvekan om att järn förbättrar färgen. Mattox et al. (2017) rapporterade att järnsulfat hjälpte till att kontrollera M. nivale om det kombinerades med andra skötselstrategier, men att järnsulfat ensamt inte gav acceptabel vinterkvalitet på vitgröe i nordvästra USA. Överdriven järnanvändning kan ha allvarliga negativa effekter på USGA-greener. Mellan rotzonsblandningen och dräneringslagret kan järn oxideras och bilda ett rostlager som effektivt kan förhindra dränering från greenen. Vi har sett detta i Norge, och det finns åtminstone en rapport från USA som visar liknande resultat (Obear & Soldat 2014).

Användning av järnsulfat på rödven/vitgröegreener i ett försök vid Sport Turf Research Institutes (STRI) forskningsanläggning i Bingley, Storbritannien, minskade förekomsten av rosa snömögel när det applicerades förebyggande och under tidiga perioder av sjukdomstryck. Den effektiva dosen järnsulfat berodde på sjukdomstrycket under hela säsongen och kunde nå upp till 8 kg S/ha per vecka utan att orsaka att gräset glesnade. Samma hämmande effekt observerades dock inte i en parallell studie vid NIBIO Landvik, Norge, där veckodosen var lägre – endast 2 eller 4 kg S/ha från augusti till november. Citronsyraapplicering i denna studie minskade inte förekomsten av rosa snömögel, vilket indikerar att den hämmande effekten av järnsulfat vid Bingley troligen inte bara berodde på pH-värdet i spraylösningen (Hesselsøe et al. 2024).

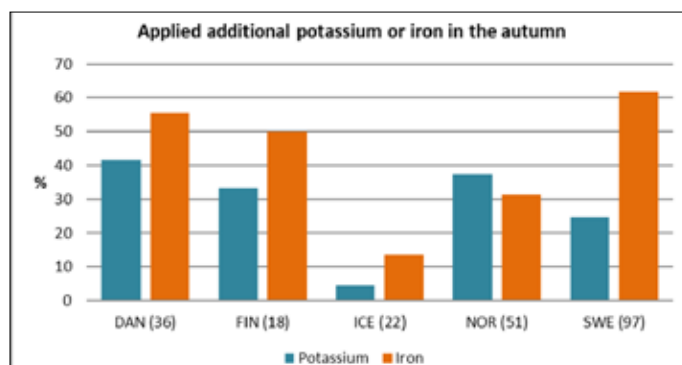


Figure 6. Results from a survey among Nordic golf courses 2015. The number of respondents in parenthesis (Økland et al. 2018).

Koppar och pigment

Kopparlösningar ansågs vara svampmedel för många år sedan. Vissa kopparprodukter ger en intensiv blåaktig till grön färg på gräset. En sådan produkt är det kopparinnehållande pigmentet 'Harmonizer', som i Kanada och många amerikanska delstater är godkänt för användning i tankblandning med mineraloljan 'Civitas' för sjukdomskontroll. Fältförsök med den kombinerade formuleringen 'Civitas One' i de nordiska länderna visade att denna kombination hade samma effekt som fungicider vid kontroll av rosa snö mögel. Vi vet dock inte om undertryckandet av sjukdomen berodde på motstånd inducerad av mineraloljan, skydd från kopparinnehållande produkten eller en kombination av båda (Aamlid et al. 2018). På den negativa sidan gjorde den kombinerade produkten gräset nästan svart som fördröjde vårens grönska i försök med ett långt snötäcke eller isinkapsling. Det är välkänt att koppar kan vara giftigt för växter, och greenkeepers bör vara medvetna om långsiktiga effekter vid användandet av kopparprodukter. Det första tecknet på kopparförgiftning är minskad rotttillväxt (Adrees et al. 2015).

Vi har också testat höstapplikationer av det alternativa färgämnet 'Transition' mot rosa snö mögel. I detta fall resulterade produkten i färre synliga fläckar på hösten, men den hade ingen effekt följande vår (Aamlid & Pettersen 2013). En avgörande fråga vid användningen av färgämnen är om de har en verklig förebyggande eller botande effekt eller om de bara maskerar sjukdomens symptom. Vissa färgämnen kan också påverka marktemperatur och avdunstning (McCarty et al. 2013).

Kisel

Kisel är ännu inte erkänt som ett essentiellt näringsämne för växters tillväxt och utveckling, men det är inte osannolikt att det kommer att bli så i framtiden. Torrgräs substans kan innehålla upp till 8 % Si. Den mycket vintertåliga arten, tuvtåtel, har en mycket hög halt av kisel, men detta är troligen en slump. Experiment på greengräs är få och resultaten inkonsekventa, men det finns rapporter om positiva effekter av kisel på stressade växter (t.ex. Balakhnina & Borkowska 2013).

Bioprodukter

Kompost

Inkludering av kompost i rotzonen eller toppdressingen på USGA-greener kan minska skador från snö mögel (Boulter et al. 2002, Espevig & Aamlid 2012). Detta är ett exempel på biologisk bekämpning eftersom komposten innehåller ett stort antal mikroorganismer. Det har också rapporterats att andra svampar, som *Typhula phacorrhiza* (hög trädklubba), kan undertrycka snö mögelpatogenen *T. ishikariensis* (svart trädklubba) (Nelson 1997, Wu et al. 1998).

Kompostbehandling förbättrar vattenhållningsförmågan högst upp i rotzonen. Detta resulterar i mindre luft i thatch. Några av våra observationer från golfbanor indikerar att *Microdochium nivale* är beroende av luftfyllda porer för att utveckla rosa snö mögel. En positiv effekt av kompost kan därför ha andra förklaringar än ett högt mikrobinnehåll. Eftersom våra försök med kvävegivor på hösten visade att höga N-nivåer gav mer rosa snö mögel, är vi tveksamma till att rekommendera tillförsel av kompost på hösten utan att inkludera dess kväveinnehåll i gödselbalansen.

Biostimulanter

Det finns flera definitioner av termen 'biostimulant'. Vi använder denna: 'En växtbiostimulant är ett icke-näringsrikt ämne, mikroorganism eller blandning av ämnen och/eller mikroorganismer som appliceras på växter med målet att förbättra näringseffektivitet, tolerans mot abiotisk stress och/eller gräskvalitet' (du Jardin 2015)

Stressade växter har brist på resurser, växer under ogynnsamma förhållanden och/eller utsätts för sjukdomar, skadedjur eller giftiga kemikalier. Biostimulanter kan göra växter mer toleranta mot sådana förhållanden. Experiment har visat positiva effekter av biostimulanter på gräs som utsätts för värme, torka, ogräsmedel, UV-ljus och vissa skadedjur. Vissa produkter har visat sig förbättra köldtåligheten hos 'warm season' gräs, typ bermuda (Munshaw et al. 2006). Även om det inte finns några bevis för att biostimulanter förbättrar vinteröverlevnad i gräs vi använder (cool season grass), har studier på modellväxten *Arabidopsis thaliana* visat att algextrakt från *Ascophyllum nodosum* kan öka frystoleransen och förändra växtcellers egenskaper (Rayirath et al. 2009, Nair et al. 2012). Signalmolekyler från biostimulanter kan reglera växters stressresponser och försvarsmekanismer genom att aktivera gener som producerar skyddande enzymer (del Rio, 2015). Detta är intressanta aspekter av biostimulanter som kräver vidare forskning.

Från 2012 till 2014 testade vi kommersiella produkter som innehåller svampen *Gliocladium catenulatum* och/eller bakterier i släktet *Streptomyces* för biologisk kontroll av mikrodochium in vitro (dvs. på agar i laboratoriet) och i fem fältförsök på greener i Danmark, Sverige och Norge. Resultaten visade god undertryckning av *M. nivale* i laboratoriet, men ingen effekt i fältförsöken (Aamlid, Espevig et al. 2017). En liknande brist på konsekvens mellan fält- och laboratorieförsök rapporterades av Nelson (1997). Förklaringen kan vara att det, trots flera tillämpningar, är svårare att upprätthålla tillräckliga populationer av nyttiga svampar och bakterier i fält än i laboratoriet.

Effekten av biostimulantiet 'Hicure' (en produkt som innehåller aminosyror och peptider) mot rosa snö mögel och antraknos (*Colletotrichum cereale*) testades i två studier på vitgröegreener vid NIBIO Landvik och STRI Bingley, Storbritannien, från maj 2020 till maj 2022. Biostimulanten applicerades inte ensam, utan i kombination med tre, två eller en dosering av tankblandningar av fungicider och färgämnet 'Ryder'. Fem appliceringar av biostimulanten med tvåveckorsintervall möjliggjorde en minskning av antalet fungicidbehandlingar från tre till två utan att kompromissa med gräsets visuella kvalitet eller kontroll av mikrodochium. Författarna drog slutsatsen att 'Hicure' och 'Ryder' visar lovande resultat för att minska användningen av fungicider på golfbanor (Frisk et al. 2023).

Adjuvanter

En jordbruksadjuvans är ett tillskott som tillsätts i en sprayblandning för att förbättra effektiviteten och/eller de fysiska egenskaperna hos ett växtskydd. År 2018 och 2019 testade vi adjuvanten 'NanoPro'™, som innehåller humussyror från leonardit, ett organiskt ämne bestående av fossiliserade rester av uråldriga växter, i tankblandningar med svampmedlen 'Delaro' (protiokonazol + trifloxystrobin) och 'Medallion' (fludioxonil). Vår forskning visade att tillsats av 'NanoPro'™ till tankblandningen minskade behovet av fungicidaktivt ämne med 30–60 % utan att förlora kontrollen över mikrodochium på en vitgröegreen (Espevig, Pettersen & Aamlid 2020). Tillsammans med de tidigare resultaten som presenterats i detta kapitel visar detta en potential för minskad fungicidanvändning på nordiska golfbanor.

Tillväxtregulatorer

Den enda tillväxtregulatorn som är godkänd i gräs på den nordiska marknaden är trinexapac-etyl. I våra experiment med 'Primo Maxx'® från 2007 till 2013 fann vi att appliceringar minskade förekomsten av rosa snö mögel, men inte i sådan utsträckning att fungicider blev överflödiga på våra gräsarter. Effekten förklarades av den ökade kolhydratnivån i gräs behandlat med trinexapac-etyl (Aamlid & Pettersen 2013a).

PRAKTISKA SKÖTSELMETODER PÅ HÖSTEN FÖR ATT MINSKA VINTERSJUKDOMAR



Foto 18. Mycelium av snömögel runt luftningshål på en rödsvingelgreen. Inget svampmedel applicerades på denna green. Foto: Wendy Waalen.

Klipphöjd

Vi undersökte effekterna av ökad klipphöjd på hösten på golfbanor i Finland, Sverige och Norge från 2008 till 2010 (Kvalbein & Aamlid 2012). Resultaten visade något mer vintersjukdom med ökad klipphöjd i rödsvingel, men inte hos krypven eller vitgröe. Eftersom ökad klipphöjd resulterade i snabbare grönska och bättre gräskvalitet för rödsvingel och vitgröe på våren, drog vi slutsatsen att klipphöjden för dessa två gräs bör öka på hösten till cirka 150 % av sommarhöjden. En liknande fördel med ökad klipphöjd på hösten upptäcktes inte i krypven.

Luftning och toppdressing

Hålpipning eller spiking skapar ofta ett kompakt lager på 6–12 cm djup på puttinggreener. Djupluftning med solida pinnar (Vertidrain eller liknande) på senhösten är användbart för att tränga igenom och lossa detta kompakta lager. Luftning kan dock ha negativa effekter där rosa snömögel är den vanliga typen av vinterskada. Vi baserar detta på observationer att den torraste delen av en green med högst luftfylld porositet ofta är mest mottaglig för rosa snömögel. Av samma anledning finns det åtminstone vissa observationer som visar att kraftig toppdressing på hösten kan leda till mer rosa snömögel under vintern (Frank et al. 2024) och att den högsta tätheten av rosa snömögel kan hittas runt hålen efter djup luftning (Foto 18). Tillsammans tyder dessa observationer på att senhösten inte är den optimala tiden för luftning och toppdressing på golfbanor som är mer känsliga för biotiska än abiotiska vinterskador.

Vältning

Experiment i Oregon, USA, har visat att vältning kan minska rosa snömögel under växtsäsongen på vitgröegreener (Mattox et al. 2018, 2020). Författarna tillskrev effekten till daggborttagning som skapade en torrare tillväxtpunkt.

Resultat från ett experiment vid Royal Copenhagen Golf club 2020 och 2021 stöder dessa resultat. Att välta två gånger i veckan från augusti till november var tillräckligt för att minska rosa snömögel på en rödsvingeldominerad green (Espevig et al. 2020, Hesselsøe et al. 2022). Men i en parallell studie vid NIBIO Landvik på en vitgröe dominerad green var effekten av vältning inkonsekvent (Hesselsøe et al. 2024).

UV-C-strålning

UV-C (100–280 nm) är den mest energirika delen och den kortaste våglängden i det ultravioletta spektrumet. Även om det inte naturligt når jordens yta, har det starka germicidära (bakteriedödande) egenskaper när det appliceras med lampor på 254 nm (Urban et al. 2016). Hos växter kan UV-C-exponering förändra genuttrycket och inducera reaktiva syrearter (ROS), vilket utlöser olika stressreaktioner, men det kan också direkt döda svamphyfer på bladytor (Berkelmann-Löhnertz et al. 2015).

I en tvåårig studie på en green i Osnabrück, Tyskland (Foto 19), undertryckte höga UV-C-doser (35–40 mJ/cm² eller mer) effektivt dollarspot på golfgreener, vilket minskade sjukdomstrycket och variation mellan försöksytorna, medan lägre doser hade liten effekt. Ingen av UV-C-behandlingarna undertryckte dock utbrott av rosa snömögel signifikant, även om den högsta dosen minskade sjukdomsnivåerna något. Dessa resultat visar att även om UV-C kan hjälpa till att hantera dollarspot, är dess effekt på rosa snömögel begränsad (Hesselsøe et al. 2024, Hunt et al. 2025).



Foto 19. Applicering av UV-C-strålning med SGL UVC 180-enhet på puttinggreenen i Osnabrück GC. Foto: Wolfgang Prämaßing.

Trädborttagning

Huner et al. (1998) förklarade effekten av temperatur och ljusintensitet angående härdning, och våra experiment har bekräftat hur skadlig skugga kan vara för gräset. Vår slutsats är att en motorsåg kan vara det mest effektiva verktyget för att förbättra vinterns stresstolerans.

I ett försök på Apelsvoll med höjda kvävegivor på hösten på krypven och vitgröe (Foto 20), använde vi inga fungicider under det första året. I slutet av oktober hade vitgröegreenen i skugga 28 % rosa snömögel jämfört med 7 % i kontrollbehandlingen med naturligt ljus. Motsvarande siffror för krypven var 2,5 respektive 0,5 %.

Svampmedel (fungicider)

Tillgången till fungicider varierar och kommer troligen fortsätta variera mellan de nordiska länderna. Även om EU har infört principen om ömsesidigt erkännande, är det fortfarande upp till de nationella myndigheterna att avgöra vilka fungicider som ska finnas på marknaden. Ett förslag från EU-kommissionen om att förbjuda all användning av bekämpningsmedel i så kallade 'känsliga områden', inklusive golfbanor, avvisades knappt

av Europaparlamentet i november 2023. Det kommer dock troligen att komma fler omgångar om denna fråga under de kommande åren.

Enligt europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) är växtskyddsprodukter (PPP) bekämpningsmedel som främst används för att hålla grödor friska och förhindra att de förstörs av sjukdomar och angrepp. Ett problem med denna definition är att den inte bara inkluderar kemiska bekämpningsmedel och tillväxtregulatorer, utan även mikroorganismer, biostimulanter och tillsatser som innehåller minst ett aktivt ämne som används för att bekämpa ogräs, insekter, kvalster och/eller sjukdomar. EU:s pesticid databas inkluderar en särskild kategori för 'lågriskprodukter' som bör kvalificera för ett snabbare, enklare och billigare godkännande i medlemsländerna, men genomförandet av denna lagstiftning varierar mellan de nordiska länderna. Detta är ett problem, särskilt för mindre företag som har utvecklat och vill börja marknadsföra alternativa produkter som kan leda till mindre användning av kemiska fungicider. Golf förbunden i de nordiska länderna har också valt olika strategier för godkännande av fungicider. Vissa har accepterat att endast formuleringar med en specifik gräsmärkning ska



Foto 20. Deltagare vid ett vinterstresseminarium som besökte försöksgreenen på NIBIO Apelsvoll i november 2014. Rosa snömögel höll nästan på att förstöra de skuggade ytorna i detta experiment. Foto: Agnar Kvalbein.

användas på golfbanor. Andra har ansökt om och fått tillstånd för 'mindre användning' av jordbruksprodukter. Detta har stor påverkan på kostnaden för fungicidanvändning i de olika länderna.

Gemensamt för de fem nordiska länderna är att de har implementerat EU:s direktiv om 'Hållbar användning av bekämpningsmedel'. Detta direktiv baseras på principerna för 'Integrerad skadedjursbekämpning (IPM)', vilket innebär att fungicider endast ska användas när andra metoder inte kan ge tillräckligt skydd, och när skadorna från sjukdomar förväntas bli oacceptabelt höga.

Förebyggande svampmedel på hösten mot vintersjukdomar innebär alltid miljörisker på grund av hög nederbörd och fördröjt upptag på grund av låg temperatur. Undulerade greener, kort avstånd till vattendrag, låg organiskt material i rotzonen och lokala torrfläckar ökar dessa miljörisker (Larsbo et al. 2007, Aamlid et al. 2009). Andra experiment har visat höga koncentrationer av fungicider och deras metaboliter i ytavrinning (Aamlid et al. 2020). Därför är det viktigt att kontrollera thatch och hålla infiltrationshastigheten uppe när gräset åldras.

Även om STERF:s undersökning från 2014–15 visade att 84 % av golfbanorna på Island och 38 % av golfbanorna i de fem nordiska länderna tillsammans inte använde svampmedel (Økland et al. 2018), finns det en mängd praktiska erfarenheter och experimentella bevis som dokumenterar behovet av fungicidapplicering under hösten. *Microdochium nivale* och andra vintersvampar skadar allvarligt, särskilt vitgröe, men även rödven och krypven, där svampmedel inte används. Men det finns inget behov, och det är också olagligt, att använda fler eller högre doser än vad som är tillåtet på etiketten. Förutsatt förebyggande applicering eller applicering vid första tecken på sjukdom har våra experiment vanligtvis visat lika skydd om produktens andel minskas med en tredjedel jämfört med den maximala dosen på etiketten.

En förebyggande applicering av ett systemiskt svampmedel när gräset fortfarande växer i oktober ger vanligtvis 60–80 % sjukdomsreduktion och kontrollnivån höjs vanligtvis till 90–95 % med ytterligare applicering av kontaktfungicid tre veckor senare. Endast golfbanor som inte accepterar något annat än den högsta kontrollnivån måste göras en tredje sprutning innan snöfall (Aamlid et al. 2015). Baserat på nio års forskning i Wisconsin kunde Koch (2025) inte se någon skillnad i skydd om den senaste appliceringen gjordes två dagar eller två veckor före snöfallet.

Upprepad användning av samma fungicid innebär alltid en risk för att patogener utvecklar resistens, därför anges ett max antal appliceringar per år (vanligtvis mellan 1 och 4) på etiketten. Fungicidbehandling skyddar normalt gräset i flera veckor och applicering under milda vinterperioder är inte nödvändig om gräset har skyddats med 2–3 behandlingar på hösten. Tidiga vårapplikationer kan övervägas om gräset har börjat växa och det finns risk för att väderförhållanden främjar *Microdochium nivale*, men våra experiment har sällan visat bättre sjukdomskontroll eller snabbare grönska efter sådana appliceringar. I ett fall såg vi ett allvarligt utbrott av rosa snömögel efter ett sent snöfall på avhärdat gräs som börjat växa och fått den första gödselbehandlingen (Foto 21), men attacken var ytlig och gräset återhämtade sig inom en till två veckor.



Foto 21. Ett sent snöfall orsakade ett allvarligt utbrott av rosa snömögel i SCANGREEN-studien vid NIBIO Landvik i april 2008. Foto: Tatsiana Espevig.

ABIOTISK VINTERSTRESS

Låg temperatur-frysstress

Frys-skada är ett resultat av stress orsakad av isbildning i växtvävnad (Jespersen et al. 2023). Intracellulär is bryter cellmembranen, vilket är dödligt för växtvävnad, och överdriven isbildning kan leda till uttorkning av cellerna. Frysning av meristema vävnader, särskilt i tillväxtpunkten (kronan), är alltid mer kritiska än frysning av fullt utvecklade blad. Tidiga studier av vitgröe och vinterkorn visade att rotmerisstem är mer frostkänsliga än merisstem som bildar nya blad och sidoskott (Beard & Olien 1963, Olien & Marchetti 1976), och detta bekräftades senare i flerårigt rajgräs och trampgröe med infraröd termografi (Stier et al. 2003). Härdat vintervete och vinterråg fryser inte förrän temperaturen vid kronnivå har sjunkit till -5–6 °C (Pukachi & McKersie 1990, Brush et al. 1994) och vi antar att detta även gäller för de flesta gräs som vi använder i Norden (coolseasongrasses).

När läroböcker om gräs rangordnar arter eller sorter för 'köldtålighet' hänvisar de vanligtvis till studier av frosttålighet under kontrollerade förhållanden. Växter härddas vanligtvis på fältet eller i ett växthus eller tillväxtkammare innan de utsätts för olika grader av frysning, i en programmerbar frys (t.ex. Dionne et al. 2001, 2011; Espevig et al. 2011, 2014). Resultaten uttrycks som LT50-värden, det vill säga temperaturen dödar 50 % av plantorna. Även om den exakta metodiken varierar mellan forskare och laboratorier, är rangordningen av arter eller sorter vanligtvis ganska konsekvent, vilket ger förtroende för dessa frystester (Jespersen et al. 2023). Det är dock viktigt att komma ihåg att de exakta LT50-värden som erhålls i laboratoriet aldrig är representativa för fältförhållanden. Det finns också motstridiga resultat om huruvida rangordning för frysstress är representativ för andra typer av abiotiska vinterstress såsom isinkapsling (Gudleifsson et al. 1986, Hofgaard et al. 2000, Höglind et al. 2010).

Tjälskjutning

Tjälskjutning är när jordytan rör sig uppåt på grund av isbildning. Det är vanligt på siltiga jordar med hög kapillärkapacitet, särskilt om jordtemperaturen sjunker långsamt. Tjälskjutning kan slita av gräsrotterna och öka risken för uttorkning. I värsta fall kan delar av en green lyftas upp till 20 cm. Många isländska greenkeepers har upplevt detta problem och försöker reparera skadorna genom att välta greenerna när tjälen är på väg att släppa på våren (B. Hannesson, pers. meddel., Danneberger 2023)

Isinkapsling och smältvatten

T Risken för is- och vattenskadorna beror på geografi och golfbanans arkitektur. Global uppvärmning verkar öka risken för isinkapsling till områden som tidigare hade ett stabilt kontinentalt vinterklimat. Städerna runt och norr om de nordiska huvudstäderna Oslo, Stockholm och Helsingfors har många golfbanor, och många greenkeepers i de områdena rapporterar nu om allvarliga problem med vatten och is.

Golfbanearkitekterna är ansvariga för några av problemen eftersom de ofta underskattar vikten av ytvattenavrinning från

greenerna. Vissa designar också greenområden där smältvatten kan flöda in från omgivningarna ut på greenerna. Golfbanägare betalar ofta ett högt pris för att bygga om dåligt byggda greenområden efter några år.

Följande avsnitt förklarar vad som händer när gräset täcks av is.

Brist på syre och/eller ansamling av giftiga gaser

Växter behöver syre för andning. Andningen är mycket låg när temperaturen är under -3°C, men betydande runt 0°C. Under is (eller ogenomträngliga täcken) sker vanligtvis ansamling av CO₂ parallellt med syreutarmningen. Experiment i kontrollerade miljöer har visat att kombinationen av låg syrehalt och högt CO₂ är mer skadlig för gräset än om endast en av de två gaserna finns (Castonguay et al. 2009). I värsta fall kan etanol, organiska syror och andra giftiga biprodukter från anaerob andning ackumuleras utöver CO₂ och orsaka en dålig lukt vid issmältning (Gudleifsson 1994). Mikrobiell aktivitet i jorden bidrar också till denna ogynnsamma gassammansättning, särskilt på jordbaserade greener med högt organiskt material (Rochette et al. 2006).

Viktiga konsekvenser av minskande syrehalter under is är mindre frosttolerans (Waalén et al. 2025) och en minskning av kolhydrater (fruktan) på grund av ineffektiv, anaerob andning (Andrews & Pomeroy 1990, Bertrand et al. 2003, Gudleifsson 2013, Gendjar et al. 2024). Båda responserna har sannolikt störst effekt strax före och strax efter issmältning på våren. Minusgrader på natten kan vara sista spiken i kistan för svagt gräs som kommer ut ur isinkapsling, och låga kolhydratnivåer kommer sannolikt att fördröja att gräset grönskar och golfbanans öppning på våren.

Från 2011 till 2024 var de tre åren med mest skador från isinkapsling i sydöstra Norge 2013, 2018 och 2023. Figur 7 visar att detta också var åren med lägst genomsnittlig månadstemperatur i mars och därmed den senaste snö- och issmältningen på våren. Med andra ord ökar en ökad varaktighet av istäcken normalt risken för döda gräsytor på grund av syreutarmning och ansamling av giftiga gaser. Det är dock svårt att förutsäga den kritiska varaktigheten av istäcke hos olika gräsarter eftersom förhållandena under istäcken beror på så många faktorer.



Figur 7. Medeltemperaturen i mars från 2011 till 2024 vid NIBIO:s väderstation Lie, cirka 30 km sydväst om Oslo. 2013, 2018 och 2023 var åren med flest döda gräsytor på golfbanor.

Uppskattade toleranser i fältet varierar från 20–80 dagar i vitgröe till mer än 150 dagar hos brunven och krypven (Tompkins 2004, Aamlid 2009, Waalen et al. 2017, 2025).

En trolig anledning till de mycket varierande rapporterna om isens tolerans för samma gräsart är den stora variationen i isens natur. Vi skiljer ofta mellan kompakt, svart is (Foto 22) och grå is som är mer porös. I laboratoriestudierna fann Beard (1965) och Tompkins (2004) mer skada från 'isinkapsling' där krukorna var mättade med vatten före isbildning, än från 'istäcke' där krukorna hade lägre vattenhalt i jorden och inte var lika djupt frusna. På liknande sätt fann Andrews & Pomeroy (1990) och Gendjar & Merewitz (2023) störst skada från isinkapsling när markfuktigheten var hög vid isbildning.

Isbildning på greener kan ske under milda perioder när det regnar lätt på bara, frusna greener utan snötäcke. Även om detta är

metoden som används när vi medvetet skapar istäcken i fältexperiment, är en vanligare situation att is bildas när snö smälter och tränger ner till den frusna ytan under milda perioder. I detta fall kan snödjupet, och därmed snöns förmåga att absorbera vatten innan det når den frusna ytan, ha en viktig inverkan på isskiktets tjocklek och kompaktet. Figur 8 visar hur is samlades under snö i kontrollbehandlingen (naturliga vinterförhållanden, inga täckningar och ingen snöröjning) på en puttgreen vid NIBIO Apelsvoll, Norge, 2021–22 (Waalen et al. 2025).

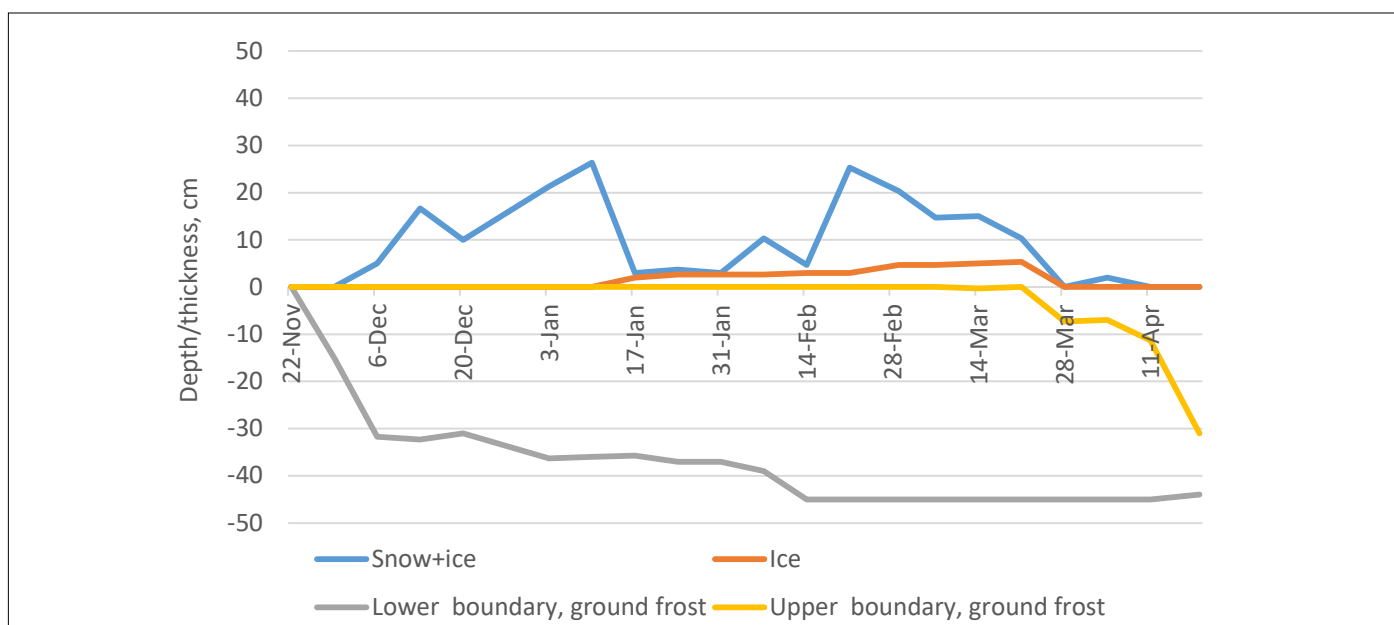
Litteraturen om gräs skiljer ofta mellan hypoxi (minskad syrekonzentration jämfört med den normala atmosfäriska koncentrationen på 21 %) och anoxi (total syrebrist, dvs. nära 0). Syresensorer under is eller vintertäckning i ICE-BREAKER-experimenten visade ibland syrehalter ner till 1–2 % mot slutet av isens inneslutningsperiod, men 5–10 % var betydligt vanligare (Waalen et al. 2025, Watkins et al. 2025). Våra resultat stöder den kanadensiska slutsatsen att förändrad gassammansättning sannolikt inte dödar gräset på greener om inte syrehalten är mindre än 5 % (Dodson et al. 2017).

Kronhydratisering (crown hydration) och membranskador

Ett av de mest anmärkningsvärda resultaten i ICE BREAKER-projektet var att, trots liknande gassammansättning, överlevde golfbanans puttgreener avsevärt bättre om en tät plastduk sattes in mellan gräs och is än om isen var i direkt kontakt med gräset (Waalen et al. 2025). Detta visar att det finns andra aspekter av istäcket som kan vara lika viktiga, om inte viktigare, än gasens sammansättning. En stabil och torr miljö för tillväxtpunkten verkar vara mycket viktig. Beard (1963, 1965) talade om de skadliga effekterna av 'crown hydration' i kombination med kalla temperaturer. Den fysiologiska orsaken är vanligtvis skador på cellmembran, vilket orsakar läckage av metaboliter från cellernas insida till den extracellulära miljön (Heatherington et al. 1987, Chalise & Merewitz 2025a). Åtminstone i vitgröe uppstår denna skada ofta tidigt på vintern oavsett hur länge plantan är isinkapslad (Valverde & Minner 2007).



Foto 22. Kompakt is på en puttgreen på Asker GC, Norge. Foto: James Bentley.



Figur 8. Snö- och istäcke på en sandbaserad green på NIBIO Apelsvoll under vintern 2021–22. Snödjupet var aldrig mer än 25 cm och is började byggas upp på den djupt frusna marken under en mild period med issmältning redan i mitten av januari. Våren kom tidigt med snö- och issmältning i slutet av mars, vilket resulterade i en total varaktighet av istäcke på 77 dagar. Rödsvingel och krypven överlevde, men vitgröen drabbades av mer än 50 % vinterdöd (Waalen et al. 2025).

SKÖTSEL PÅ HÖSTEN OCH VINTERN FÖR ATT MINSKA IS - OCH VATTENSKADOR

Gödsling

På sandbaserade greener kommer vår rekommendation om små och minskande kvävegivor från augusti till november (Figur 4) också att bidra till ökad tolerans mot isinkapsling, smältvatten och andra abiotiska vinterpåfrestningar. Som diskuterats för vintersjukdomar i föregående kapitel, känner vi inte till några experimentella bevis som tyder på att höstgödsling med mer kalium än kväve gör gräset mer robust före vintern. De första forskarna som studerade detta samband var Beard & Rieke (1966), som fann att den bästa överlevnaden för krypven och ängsgröe under någon kvävemängd inträffade vid en kaliumnivå som var hälften av kvävet. Schmid et al. (2016) rapporterade 32 % skada från 47 dagars istäcke på en vitgröegreen som inte fått kalium på tre år, men ingen skada i behandlingar som fått årliga insatser från 53 till 220 kg K/ha. Den motsvarande koncentrationen av kalium i växtens torrs substans varierade från 1,3 % K på inte gödslade ytor till 2,6 % K vid 53 kg K/ha och 3,1 % K vid 220 kg K/ha. Dessa resultat stämmer i stort samman med Dodson et al. (2016), som fann att den maximala frystoleransen för vitgröe uppnåddes vid vävnadskoncentrationer mellan 2,5 och 3,0 % N och mellan 2,25 och 2,75 % K. Dodson et al. (2016) rekommenderade gödsling med lika nivåer av N och K för att uppnå denna balans. dvs. lite mer K än vad som rekommenderades av Beard & Rieke (1966) och STERF (Tabell 1). En liknande slutsats drogs av Webster & Ebdon (2005), som hävdade att det optimala N: K-förhållandet för frystolerans kan vara något högre än det optimala förhållandet för tillväxt.

Luftning

Djup luftning med solida pinnar (Vertidrain eller liknande) är vanligtvis en av de sista skötselåtgärderna på en golfbana före vintern. Detta förbättrar dräneringen av ytvatten till ett djup där jorden ofta inte är frusen. Även om det är mindre nytta av hålen om de fylls med is, rekommenderar vi denna metod också eftersom djupluftning en gång om året löser upp den kompakta zonen på 8–12 cm djup som skapats av spikning och andra underhållsåtgärder. Som nämnts i föregående kapitel finns det dock en risk för mer snömögel runt hålen (Foto 18).

Sanddressning

Frekvent toppdressning med sand är det viktigaste sättet att kontrollera thatch. Dressing bör normalt göras under växtsäsongen när gräset växer och bildar thatch. Att hålla det organiska materialet i det 25 mm översta lagret mellan 3,0 och 4,5 % är ett mål. STERF:s handbok [Potential for velvet bentgrass on Nordic golf greens](#), flera aspekter av thatchkontroll.

Kraftig toppdressning med sandtäckande grässtrån i slutet av hösten kan kraftigt minska fotosyntesen under en period då lite solljus finns tillgängligt på höga latituder. Å andra sidan hävdas det ofta att kraftig toppdressning skyddar tillväxtpunkten från uttorkning och vinterspel (om greenerna är öppna under vintern) och leder till snabbare grönska på våren på grund av högre jordtemperaturer. Efter att ha studerat detta samband på golfbanor i Wisconsin och Minnesota drog Taylor (2001) slutsatsen att cirka 2 mm sand skulle vara fördelaktigt på de flesta greener, men att dubbla mängden skulle vara kontraproduktiv

på våta och skuggade greener med sen snösmältning. Sen höstdressing undersöks för närvarande som en del av projektet WINTER TURF, och resultaten är hittills oklara.

Ytvattenkontroll

Många greenkeepers i områden med frekvent isbildning har utvecklat egna strategier för ytvattenkontroll. Här är några förslag:

1. Plaststängsel kan leda inkommande vatten runt greenen. Staketen måste hållas låga för att undvika skugga på greenen. Vissa använder en torvskärare för att öppna ett dike, och lägger gräset på nedsidan för att skapa en 8 cm hög vägg som leder vatten runt greenen.
2. Tillfälliga diken från de lägre delarna av greenen kan fungera ett tag. På platta greener kommer is troligen att fylla diken, och därför måste man vara försiktig så att de hålls öppna (Foto 23).
3. Tjälskjutning i siltiga jordar utanför green kan skapa en damm genom att blockera ytvattenavrinning (Foto 24). Öppna diken genom greenområden kan därför behövas.
4. Om du ska göra ett tillfälligt dike, ta bort gräset med en (modifierad, smal) torvskärare. Gräset bör förvaras på plast i ruff där våren kommer tidigt, inte i bunkrarna som ofta är de sista att bli snöfria.
5. Vid lågpunkter på USGA-greens kan vattnet tömmas vertikalt. Gör djupa hål ner till dräneringsgruset med din håltagare. En kopp i hålet förhindrar sanderosion. Ett isolerande material över dessa hål kan vara nödvändigt för att skydda



Foto 23. Tillfälliga diken i greenområden behöver underhåll under vintern. En asfaltskärare i bruk. Foto: Ole Albert Kjosnes, Byneset GC, Norge.



Foto 24. Tjälkskjutning utanför denna USGA-green förhindrade ytvattenavrinning. Foto: Steinar Selle, Grenland GC, Norge.



Foto 25. Borttagning av smältvatten från en green med en mobil pump. Foto: Allan Ferm, Grønmo GC, Norge.

Täta vinterdukar

T Skyddet av puttgreener, mestadels vitgröe, med täta dukar har en lång tradition i Kanada (Dionne 2000). Inspirerad av kanadensarna testade Oslo Golf Club denna praxis på sina – vid den tiden – vitgröegreener i början av 1990-talet. Den övergripande slutsatsen var positiv: Så länge svampmedel användes tills täckning och vatten hindrades från att tränga in under dukarna, var vinteröverlevnaden för vitgröe mestadels bättre på täckt än på de otäckta greenerna. Det betonades dock också att greener inte skulle täckas innan gräset hade härdats på hösten, och att dukarna inte skulle lämnas på så länge på våren att temperaturerna började stiga under dem (Midtvåge 1996).

Några år senare genomförde Tronsmo & Tronsmo (2004) försök på fem norska golfbanor där svart fiberduk var baslager och tät plast ovanpå. Gräset under fiberdukarna och plasten var märkbart grönare när dukarna togs bort, men två veckor senare hade effekten försvunnit. Författarna rapporterade också fler vintersjukdomar under täcket.

STERF har finansierat flera projekt om vintertäckning. Ett sådant projekt ägde rum i Finland och norra Sverige från 2007 till 2010. I Finland kunde ingen fördel påvisas genom att täcka krypven och brunven, men i Sverige fanns det mestadels bättre överlevnad av greener med vitgröe och/eller kärrgröe. Behovet av ventilation under dukarna betonades, även om det i ett försök fanns mer vintersjukdomar på de täckta än på den otäckta delen av greenerna (Rannikko & Petterson 2011).

I Norge genomfördes försök med täta dukar på greener med sex olika gräsarter vid NIBIO Apelsvoll under vintrarna 2011–12 och 2012–13. Täta dukar förbättrade inte vinteröverlevnaden jämfört med naturliga vinterförhållanden (inga tillägg), men de plast täckta ytorna hade betydligt bättre överlevnad än ytorna med 98–119 dagar av konstgjord is direkt på greenen (Waalén et al. 2017).

Som en del av samma projekt användes täta dukar under tre vintrar vid Miklagard GC, Norge, Timrå GK, Sverige, och Oulu GC i Finland (totalt nio försök). Alla greener innehöll en del vitgröe, men dominerades annars av krypven (Miklagard) eller brunven och rödsvingel (Timrå och Oulu). Täta dukar gav bättre vinteröverlevnad i sju av nio försök. Undantagen var ett försök vid Miklagard där vatten sipprade in under dukarna, och ett försök på Timrå med ökad svampangreppet under duken (Kvalbein et al. 2015).

Efter den förödande vintern 2017–18 beslutade fyra golfklubbar 10–30 km sydväst om Oslo att täcka några av sina greener med täta dukar inför vintrarna 2018–19 och 2019–20. Greenerna på de fyra banorna hade botaniska sammansättningar som sträckte sig från nästan ren vitgröe till dominans av krypven. En golfbana investerade i täta ”Green Jacket” dukar från Kanada, skräddarsydda för varje greens storlek och form (10 års garanti); De andra köpte nya stora dukar av ensilageplast varje år för att säkerställa plastkvalitet och undvika behovet av utrymme för förvaring av plasten under sommaren. I båda fallen var resultaten så övertygande att de fyra banorna beslutade att täcka alla greener före vintern 2020–21. Under den och de två följande vintrarna testade vi behovet av underduk och ventilationssystem i storskaliga försök med 15 greener på varje bana som en del av ICE-BREAKER-projektet. Slutsatserna var:

1. Risken för anoxi ökade med jordtemperaturen och koncentrationen av organiskt material thatch/matlagret. Användning av täta dukar kunde inte kompensera för god dränering och designen av greenerna för att säkerställa ytvattenavrinning av smältvatten.
2. En genomsläpplig duk under täta dukar rekommenderades eftersom det förhindrade att plasten frös fast i gräset och var fördelaktigt i år med upp till 130 dagars täckning, men gjorde ingen skillnad under ett år med cirka 150 dagars täckning och kraftig snö/is på dukarna på jordbaserade eller otillräckligt dränerade greener.
3. Det är avgörande att gräva ner kragar för att undvika att smältvatten tränger in under dukarna från högre områden runt greenen.



Foto 26. Green Jacket installerad på Haga GC, Norge. Dräneringsrör för ventilation har installerats under den täta duken. Foto: Gavin Jagger.

4. Sensorbaserad ventilation genom dräneringsrör under de täta dukarna förbättrade överlevnaden på ett år med 140–160 dagars täckning, men var inte nödvändig under år med mindre än 130 dagars täckning. Ventilation innan snö och is blir för tung rekommenderas som en försäkring, särskilt på vitgröe dominerade greener med hög koncentration av organiskt material i thatch/matlagret (Foto 28).
5. Behovet av förebyggande fungicidapplikering före täckning på senhösten är detsamma som på otäckta greener.

Sammanfattningsvis visade resultaten från de fyra golfbanorna betydande fördelar med de täta dukarna under fyra av fem år. Dessa erfarenheter, tillsammans med resultaten från småskaliga experiment vid Apelsvoll (Waaen et al. 2025), får oss att rekommendera täta dukar på golfbanor i områden med av- och-på-vintrar och risk för isinkapsling. Mer information finns i STERF:s faktablad [Use of impermeable covers for better winter survival of golf course putting greens.](#)

Övervakning av gräsets status under vintern

Visuell inspektion av gräset är svårt under snö. Därför rekommenderar vi att man installerar sensorer i det översta 3 cm ytlagret på greener som är sårbara för isinkapsling, och särskilt på greener som ska täckas. Temperatursensorer är de billigaste och mest lättillgängliga men bör, om möjligt, även åtföljas av sensorer för syre- och CO₂-koncentration. Sensorer för CO₂-koncentration har ofta ett maxvärde på 4 % (40 000 ppm), så se till att köpa en som täcker högre koncentrationer om du bestämmer dig för att investera i CO₂-sensorer. Som redan nämnts finns det vanligtvis liten risk för växter att dö av anoxi om temperaturen vid tillväxtpunkten ligger i intervallet -1 - -3°C och O₂-koncentrationen är högre än 5 % (Dodson et al. 2017).

För dem som inte har råd med sensorer är näsan förmodligen det bästa verktyget för att övervaka gräsets status under is. Om du bryter isen kommer du att kunna känna doften av några av de kemikalier som produceras under anaeroba förhållanden. Produkter som etanol eller mjölksyra luktar inte mycket. Men större organiska syror kan lukta som dålig ensilage eller svetiga strumpor, och den mycket giftiga gasen vätesulfid luktar som ruttet ägg eller sjögräs. Metangas kan i värsta fall skapa bubblande 'vulkaner' genom isen om thatchskiktet har hög koncentration av organiskt material (Foto 29).

På otäckta greener rekommenderar vi att samla pluggar i slutet av februari eller mars för att få en tidig indikation på vinterskador (Foto 30). Proverna bör inte placeras direkt i ditt fönster vid rumstemperatur, utan tinas långsamt i mörker i ett kylskåp i en eller två dagar. Att samla prover från fruset gräs kräver specialverktyg typ dosfräs. Läs mer om verktyg och enheter i STERF:s faktablad: [Winter work on greens.](#)



Foto 27. Täcker en green på Asker GC, Norge, i slutet av november 2020. En genomsläpplig underduk installerades innan den täta duken. Foto: James Bentley.



Foto 29. När gas kommer upp genom isen är du i trubbel! Foto: Ole Albert Kjøsnes.



Foto 28. Ventilation under tät duk innan snötäcket blir för tjockt och tungt är en bra försäkring om täckningstiden blir längre än 130 dagar. Foto: James Bentley.



Foto 30. Prover tagna från olika greener i mars och placerade i ett litet bords-'växthus' för att ge en tidig indikation på vinterskador. Foto: Trygve S. Aamlid



Foto 31. Snöröjning på en green vid Asker GC i mars 2020. Foto: James Bentley.

Snöröjning i december, januari eller februari

Torrnsnö är ett effektivt isolerande material och ger utmärkta förhållanden för vinteröverlevnad. Kraftiga snöfall i november och december kan däremot skapa problem om greenerna inte är tjälade och om gräset inte har härdats och skyddats av svampmedel. På sådana otjälade greener måste vi vara mycket försiktiga med traktorer eller andra maskiner som kan skada puttytan. På tjälade greener är den största utmaningen med snö att den kan förvandlas till smältvatten och sedan frysa tillbaka till is. För att undvika detta föredrar vissa greenkeepers att ta bort snölager tjockare än 5–10 cm under vintern, särskilt om väderprognosen förutspår en varm period med regn och/eller snösmältning mitt i vintern.

I ICE-BREAKER-experimentet på krypven, vitgröe och rödsvingelgreener vid Apelsvoll, inkluderade vi en behandling med borttagning av snö tjockare än 5 cm under vintern. I denna behandling tjälade greenerna snabbare och djupare än i kontrollbehandlingen täckt av snö, men till skillnad från kontrollbehandlingen som visas i figur 8 bildades det praktiskt taget ingen is under vintern (Waaen et al. 2025). Trots detta fanns det ingen fördel med snöröjning för vinteröverlevnaden för någon av de tre arterna: vitgröe drabbades nästan 100 % av utvintring (död), medan krypven och rödsvingel överlevde nästan 100 % oavsett snöröjning eller inte. För vitgröe verkar det som att direkt exponering för kyla och varierande temperaturer under vintern var lika skadlig som 77 dagars istäcke.

Du hittar en mer grundlig diskussion om snöröjning under vintern i STERFs populärvetenskapliga artikel [Spring 2023: Severe winter damage and late opening of golf courses in Norway](#).

Snöröjning i mars/april

Tre av de fyra golfbanorna som gjorde försöket med täta dukar i ICE-BREAKER blåste bort det mesta av snön några veckor innan den naturliga snösmältningen i slutet av mars eller april. Den fjärde banan ville inte riskera att skada deras permanenta Green Jacketdukar genom att köra traktor med snöslunga på greenerna. Golfbanans öppning skedde i de flesta år lite tidigare på banorna med snöröjning, men detta kan också förklaras av lokala klimatförhållanden, olika användningssätt för vårdukar och inte minst varierande tryck från golfklubbens medlemmar. Beslutet om att ta bort snö på våren måste baseras på snötjocklek, typ av snö, tjocklek och porositet på isskiktet under snön samt den långsiktiga väderprognosen. Självklart kan online-temperatur- och gassensorer på greener vara mycket hjälpsamma vid dessa beslut. Tidigare snöröjning innebär en längre period med användning av vårdukar för att skydda gräset mot låga temperaturer, uttorkande vindar och starkt solljus. Vissa golfbanor kan ibland ha temperaturer ner till -15°C eller ännu lägre i mars, och det är viktigt att komma ihåg att gräs som kommer ur snö och isinkapsling har mindre frystålighet än i december och januari (Foto 31)



Foto 32. 'Vad gjorde vi för fel? Vi krossade isen. Greenkeepers diskuterar på en svingel/krypvengreen, troligen dödad av låg temperatur strax efter snöröjning och krossning av is. Foto taget på Vestfold GC, Norge, den 13 april 2013 av Agnar Kvalbein.

Krossa is

När det mesta av snön har smält eller tagits bort från greenerna är den avgörande frågan vad man ska göra med isskiktet? Ett alternativ är att spräcka den mekaniskt med till exempel en Vertidrain med solida pinnar. Men i de flesta fall håller vi med amerikanska gräsagronomer (t.ex. Nelson 2005, Vavrik 2019) att iskrossning gör mer skada än nytta, åtminstone om det redan utförts i januari eller februari. Situationen kan vara annorlunda när vi kommer till slutet av mars och isen inte längre är lika hårt frusen mot gräset. Men även då, när den inkommande strålningen ökar, tror vi att det är säkrare att stimulera issmältning än att mekaniskt bryta isen. ICE-BREAKER-experimentet vid Apelsvoll inkluderade en behandling med iskrossning av ett 10 cm tjockt fast islager i mars, men vinteröverlevnaden var bara marginellt bättre än där snö och is smälte naturligt ett par veckor senare (27 mot 23 % vinteröverlevnad i genomsnitt för de tre arterna, Waalen et al. 2025).

Issmältning

Is kan smältas med kemikalier som sänker vattnets fryspunkt. Klorider av kalcium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K) eller natrium (Na; bordssalt som också är den vanligaste produkten som används på vägar) är effektiva för att smälta is, men de

bränner också ofta gräset, särskilt om smältvattnet inte kan komma bort från greenen utan tränger in i rotzonen. Norska laboratorie- och fältexperiment med kalciummagnesiumacetat (CMA) visade ingen fytotoxisk effekt på våren, men krypven / vitgröegreenen överlevde inte bättre eftersom CMA sällan skapade hål djupare än 2 cm i isskiktet (Kvalbein & Aamlid 2008). Vi drog därför slutsatsen att CMA inte kunde rekommenderas på greener, och detta bekräftades senare av amerikanska studier som visade att CMA medförde samma risk för fytotoxicitet som NaCl och något mer än KCl om det applicerades i samma takt (Hollman et al. 2017).

Träkol, svart sand eller ett tunt lager svart organiskt gödselmedel kan vara mycket effektivt för att påskynda issmältning eftersom mer energi från solen blir tillgänglig i mars. Detta är ett säkrare alternativ än att använda kemiska avisningsmedel (Hollman et al. 2017), och det motsvarar vad tre av fyra greenkeepers gjorde efter snöröjningen i mars/april i ICE-BREAKER-projektet. Mörka expanderade lermineraller (LECA) kan också vara effektiva för att smälta is (Foto 33), även om sådana stora aggregat måste tas bort med lövblås när isen har smält.

Du hittar mer information om iskrossning och smältning i STERFs faktablad : [Anoxia – when to break the ice ?](#)



Foto 33a,b LECA® kan användas för att tränga igenom is om det finns viss solstrålning. Dessa foton är från Sunnfjord GC, Norge. Kulorna smälte hål i isen trots att vädret var delvis molnigt. Foto: Leiv Årseth.



VÅRSTRESS

Vid praktisk greenkeeping syns det slutgiltiga resultatet av gräsets skötsel under föregående säsong och de många påfrestningar som det utsätts för under vintern vanligtvis inte förrän 1–2 veckor efter snö- och issmältning på våren. Detta är en kritisk period, eftersom gräset som kommer ut ur vintern ofta är svagt och behöver bästa skötseln för snabb återhämtning. En av de mest frustrerande upplevelserna en greenkeeper kan ha är att gräset ser grönt och friskt ut vid snö- och/eller issmältning, men sedan kollapsar efter ett par dagar.

Vårutmaningarna beror ofta på en kombination av hög ljusintensitet, uttorkning och återexponering för aeroba förhållanden. När gräset avhärddas och återupptar tillväxten blir det också mycket mer sårbart för låga minusgrader. Du kan läsa mer om

vårstress i STERF:s faktablad [Spring stresses: The difficult transition into a new growing season](#), och om avhårdning i [Warm spells during the winter](#).

Uttorkning

Vi har valt att klassificera uttorkning som en vårstress, men gräs som inte skyddas av snö kan också torka ut under vintern. Vinteruttorkning sker när jorden är frusen så att växterna inte kan ta upp tillräckligt med vatten för att ersätta det som förlorats genom transpiration. Detta beror oftast på lite eller inget snötäcke, minusgrader, vindar och soliga dagar som gör att klyvöppningar öppnas.

Fotoinhibering och oxidativstress

Vid återexponering för syrekonzentration i omgivande luft finns en risk att gräs som har utsatts för hypoxi eller, i värsta fall, anoxi under ett istäcke börjar producera superoxider (O_2^-) väteperoxider (H_2O_2) och andra reaktiva syrearter (ROS) som är giftiga för växterna (Blokhina et al. 2003). Risken förvärras av den ökande varaktigheten av isens inkapsling (Chalise & Merewitz 2025a) och av kombinationen av hög ljusintensitet och låg temperatur strax efter issmältning. Fotosyntes består av två reaktioner, och vi använder termen 'fotoinhibition' när det finns en mismatch mellan den fysiska 'ljusreaktionen' som fångar energi från solljuset och den kemiska (enzymatiska) 'kolreaktionen' som omvandlar denna energi till socker. På svala och ljusa vårdagar går ljusreaktionen ofta i maximal hastighet och producerar överdriven energi som – i närvaro av O_2 – slutar som ROS eftersom kolreaktionen begränsas av låg temperatur (Huner et al. 1998). Växtens försvarsmekanism mot ROS är produktionen av antioxidanter, som dock ofta är otillräckliga i vitgröe, vilket leder till vårdöd hos den arten. Associerade fysiologiska och morfologiska reaktioner som pågår i vitgröe, men i mycket mindre utsträckning hos krypven, är ökad produktion av tillväxthämmande hormonet etylen (Laskowski & Merewitz 2021) och ett tunnare vaxlager i kutikulan på blad och kronor (Chalise & Merewitz 2025b) som har varit under istäcke, samt oxidation av lipider som gör cellmembranen mer mättade och därmed sårbara för utlakning efter issmältning (Laskowski & Merewitz 2021).

Tidigare i denna handbok har vi diskuterat växters anpassning till kyla, men växter anpassar sig också till olika ljusförhållanden. Intensivt ljus, och särskilt UV-strålning, kan allvarligt skada bladcellerna. Övervintrande blad som bildas vid låg ljusintensitet i oktober kan lätt chockas av det intensiva solljuset när snö och/eller is smälter i april. Vitgröe upprätthåller bildandet av nya blad under en längre period på hösten än krypven, och dessa sent bildade blad är särskilt känsliga för nedbrytning av aminosyror, vilket leder till förlust av fotosyntetisk kapacitet under isinkapsling (Gendjar et al. 2024). Författarna fann ingen liknande nedbrytning av aminosyror i krypven, som därför kunde återuppta fotosyntesen med hjälp av blad bildade på hösten.

Vissa gräsarter klarar av ljusstress på våren genom att producera antocyanin eller andra färgpigment som skuggar de sårbara delarna för cellerna. Vissa misstolkar denna lila färg som fosforbrist. Vi har sett antocyaninfärgen, särskilt brunven (Foto 34) och kärrgröe. För den senare arten har det till och med spekulerats i att produktionen av pigment vid hög ljusintensitet kan vara tillräckligt stor för att användas industriellt (Petrella et al. 2016). På samma sätt kan den mörka vinterfärgen hos vissa sorter av rödsvingel (Foto 20a) mycket väl bero på produktionen av skyddande pigment.



Foto 34a,b. Tidigt vårgrönka på en green med olika gräsarter på NIBIO Landvik 2009. Översta bilden tagen den 31 mars, två veckor efter att ett två månaders snötäcke smält. Nedre foto taget den 6 april. Foton: Trygve S. Aamlid.



Skötsel av överlevande gräs på våren

Låg jordtemperatur är den främsta tillväxtbegränsande faktorn på våren. Efter vårdagjämningen den 21 mars är dagarna längre ju längre norrut man kommer, och de längre dagarna kompenserar till viss del för den lägre temperaturen när det gäller växttillväxt vid höga latituder (Hay 1990).

Vårdukar

Vårdukar ökar vanligtvis medeltemperaturen med 1–2 °C. Det blir liten effekt molniga och regniga dagar, men temperaturen kan stiga upp till 5°C på soliga dagar i maj. För hög temperaturökning kan vara stressande för växter som kommer ur snö eller is, och därför använder många greenkeepers vårdukar som skydd mot nattfrost, men tar bort dem under dagtid. Även om vårduken kanske inte räcker för att få ytemperaturen över noll under de kallaste nätterna, skyddas gräset ofta eftersom ångan kondenserar under täcket.

Användning av vårdukar gör vanligtvis att gräset ser grönare ut och stimulerar bladens förlängning. Förutom temperatur kan den senare också vara en reaktion på delvis skugga och olika ljuskvalitet under täcket. Andra fördelar är skyddet mot stark vind och skadlig uttorkning, särskilt om bevattningssystemet ännu inte är i gång.

Nyare forskning i projekten ICE-BREAKER och WINTER TURF har visat att ljuseffekten, det vill säga undvikandet av fotoinhibering, med vårdukar kan vara minst lika viktig som temperatureffekten. Mer information om detta finns i följande avsnitt om gräs (åter)etablering från frö. Även om både temperatur- och ljuseffekter är relevanta för gräs som överlevt vintern, rekommenderar vi att greenkeepers är försiktiga med att inte överanvända vårdukar på etablerat gräs. Vi har ofta sett att det fint gröna, men svaga gräset som kommer ut efter användning av dukar blir omsprungna av otäckta plantor innan golfbanan öppnar.

Bevattning på våren

Transpiration från överlevande gräs börjar tidigt på våren och torka kan begränsa att gräsets grönskar och återhämtar sig. Vi rekommenderar därför att greenkeepers får i gång sina bevattningssystem så tidigt som möjligt på våren. Bevattning sänker bladtemperaturen på grund av avdunstning, men temperaturen på bevattningsvattnet är inte viktig. Med bevattning av sprinklersystemet och små droppar justeras vanligtvis vattnets temperaturer till lufttemperaturen innan det når marken (Hannesson 2009).

Eftersom växtupptaget begränsas av låg jordtemperatur är det troligt att överdriven bevattning sköljer bort näringsämnen lättare på våren än på sommaren. Tänk på att läckage kan vara betydande från greener med dålig grästäckning.



Foto 35. Den relativt glesa vårduken 'Norgro' som många norska greenkeepers använder. Temperaturökningen är mindre än för Agryll/Lutrasil (Foto 37) eller Evergreen (Foto 36) Foto:Trygve S.Aamlid



Foto 36. Snabbare grönska med Evergreen vårduk på Haga GC, Norge i slutet av april 2021. Foto:Trygve S.Aamlid.

ÅTERETABLERING AV DÖTT GRÄS

STERF har definierat återupprättande efter vinterskador som en del av vinterstresshantering och publicerade 2025 det uppdaterade faktabladet [Reestablishment after winter damage](#).

Återetablering från frö är alltid svår (Foto 37). Låg temperatur bromsar groningen. För mycket eller för lite thatch i de döda fläckarna kan försämra fröets tillgång till fukt och syre, vilket båda är grundläggande krav för groningen. Delvis döda greener är kanske de mest utmanande eftersom överlevande gräs- och ungräsplanter kräver mycket olika insatser och skötsel.

Hämmare mot groningen och planttillväxt efter isinkapsling?

Många greenkeepers antar att greener som dödas av isinkapsling innehåller giftiga ämnen och därför är svårare att återskapa än greener som dödades av kyla eller snömögel. Även om det stöds av norska växthusstudier (Brandsæter et al. 2005) och praktiska observationer i isländska hö fält (Gudleifsson 1994), har våra studier av frögroning och plantrotstillväxt hos krypven och rödsvingel på groningspapper indränkt i vattenextrakt från isinkapslade greener inte kunnat bekräfta detta antagande. Vi identifierade smörsyror och ättiksyror och deras ester i thatchlagret strax efter isens smältning, men dessa föreningar var mycket flyktiga och avdunstade inom en eller två dagar. I ett uppföljande experiment utfört av tyska studenter måste koncentrationen av smörsyror och ättiksyror vara minst tio gånger högre än den som upptäcktes i de isinkapslade greenerna för att ha någon negativ effekt på groningen. Baserat på dessa fynd drog vi slutsatsen att det inte finns några vetenskapliga bevis för hämning av groningen eller planttillväxt av giftiga ämnen kvar i thatch eller jord efter isinkapsling på greener (Waalén et al. 2018 och opublicerade resultat 2024).

Gräsarter, sorter och fröbehandlingar

Vitgröe utgör en enorm fröbank på många golfgreener (Lush 1988), men det tar ofta två till tre månader för denna fröbank att återställa acceptabel puttkvalitet på vinterdödade greener. Greenkeepers kan utnyttja detta som en möjlighet att förändra den botaniska sammansättningen av sina greener genom att så om med krypvenen (Stier 2005) eller någon annan hållbar art. Flera forskare har rangordnat krypven utifrån groningshastighet och förmåga att utveckla grästäckning vid låga jordtemperaturer (Heineck et al. 2019, Carroll et al. 2020, Ebdon & DaCosta 2021, Lönnberg & Blusi 2023, DaCosta et al. 2025). Det mest konsekventa resultatet i dessa studier är att sorterna 'Independence' och 'Memorial' är mer kraftigt fördröjda av låga jordtemperaturer än nyare varianter som '007', 'Luminary', 'Declaration' och 'Pure Select'. I enlighet med Waalén & Kvalbein (2016) fann Ebdon & DaCosta (2021) också att rödven grodde snabbare vid låg temperatur än många varianter av krypven, medan brunven var betydligt långsammare. De snabbaste gräsen att etablera grästäckning från frö vid låg temperatur är flerårigt rajgräs följt av kärrgröe. Av denna anledning använder vissa greenkeepers dessa arter som tillfälliga amgrödor när de återetablerar vinterdödade greener vid låg temperatur på våren. Amgrödor kan antingen sås ensam, t.ex. på vinterdödade vitgröegreener (Lönnberg & Aamlid 2021), eller blandas med krypven eller annan tålig art. Heltoft et al.

(2021) fann att flerårigt rajgräs som såddes som en amgröda var något snabbare än kärrgröe, men också mer konkurrenskraftigt mot krypven.

Vissa forskare har provat fröprimning eller upprepad applicering av olika växthälsoprodukter efter sådd för att påskynda tillväxten och utvecklingen av grästäckning på vinterdödade greener (DaCosta et al. 2025). Även om vissa av dessa produkter kan förkorta groningsperioden med 2–3 dagar i laboratoriet (t.ex. DaCosta et al. 2015), finns det få rapporter som visar konsekventa förbättringar under praktiska fältförhållanden. En intressant företeelse som motiverar vidare forskning är växthormonet gibberellinsyra (GA3) som under ett av två år fördubblade grästäckningen efter fyra veckor när det användes för fröprimning av krypven 'Luminary' vid NIBIO Landvik (DaCosta et al. 2025). Detta resultat bekräftades dock inte vid återetablering av vinterdödade greener i Centrala och Norra Sverige (Lönnberg & Blusi 2023).

Datum för sådd

Waalén & Kvalbein (2016) fann att vitgröe har en lägre optimal temperatur för groningen och planttillväxt än krypven. Av denna anledning har det hävdats att omsådd efter vinterdöda greener inte bör ske så tidigt som möjligt, utan istället vänta tills jordtemperaturen har stigit till minst 10°C. Tre olika datum för sådd av krypven och en kommersiell sort av vitgröe med 7–14 dagars mellanrum testades mot en osådd kontroll i parallella fältförsök i Michigan, USA (Perkinson & Frank 2025) och Norge (Bekken & Aamlid 2025, foto 38) under två år. Resultaten på båda platserna visade att det inte finns någon anledning



Foto 37. Letar efter krypvens sådd på en vinterdödad green vid Vestfold GC våren 2018. Foto: Lily Watkins.



Foto 38. Försök med olika datum för sådd av krypvenssorter på en död vitgröegreen vid NIBIO Landvik, april 2024. Foto: Trygve S. Aamlid.

att skjuta upp omsådden till våren. Det tidigaste datumet för sådd, som i Norge var i slutet av mars eller början av april vid en genomsnittlig jordtemperatur runt 5°C, resulterade inte bara i den bästa totala täckningen utan också i den högsta andelen krypven jämfört med vitgröe. Försöken inkluderade fyra olika sorter av krypven, men det fanns inga signifikanta skillnader mellan sorterna i återetableringshastighet vid någon av experimentplatserna (Perkinson & Frank 2025, Bekken & Aamlid 2025). Den kommersiella varianten 'Two Putt' av vitgröe presterade sämst i försöket i Michigan (Perkinson & Frank 2025).

Förberedelser och såningsmetoder

Flera fältförsök på vinterdödade vitgröegreener i centrala och norra Sverige har visat att slitsåmaskiner, dvs. såmaskiner som skär fröna i thatch/mat på cirka 1 cm djup, vanligtvis ger bättre groning än droppsådd som placerar fröet på ytan (Lönnerberg & Aamlid 2021). Den uppenbara förklaringen är att frön behöver jordkontakt för att absorbera vatten och starta groningsprocessen. Slitsåmaskiner finns tillgängliga med radavstånd ner

till 3 cm, och de bör alltid användas i två olika riktningar för att undvika onödiga glipor och främja snabbare återhämtning (Foto 39).

Användning av dukar

Gräs har vanligtvis en högre optimal temperatur för groning än för att bilda sidoskott. Detta förklarar varför vi är mer positiva till att använda vårtäckning när vi återetablerar nytt gräs från frö, än för tidig tillväxt av överlevande gräs. Förutom den positiva effekten på marktemperatur och markfuktighet kan vårdukar spela en viktig roll för att undvika fotoinhibition av nyuppkomna sådder. Fotona 40 och 41 visar att de två täckningarna "Evergreen" och "Evergreen Radiant" resulterade i de mest hälsosamma etableringarna och den snabbaste utvecklingen av grästäckning i ett försök på Landvik våren 2025 (Aamlid, Borchert et al. 2025). Dessa resultat är preliminära, men de ger ett gott exempel på hur vårtäckning kan skydda nya sådder mot ljus stress.



Foto 39. Resultatet av tre års upprepade omsådd/översådd med tre olika krypvenssorter (en med både primade och oprimade frön) med en slitsåmaskin på en vitgröegreen i norra Sverige. Foto: Carl Johan Lönnerberg.



Foto 40a,b. Fältförsök vid NIBIO Landvik såddes den 4 april 2025 med olika vårdukar för snabbare etablering av krypven, omedelbart efter sådd (vänster) och 18 dagar senare (höger). Foton Trygve S. Aamlid.



a) Uncovered control



b) Agryl fibre tarp



c) Evergreen



d) Evergreen Radiant

Foto 41 a-d. Närbild av krypvensplantor på otäckta rutor och rutor täckta med Agryl-fiberduk, "Evergreen Original" och "Evergreen Radiant". Foto taget vid den slutliga borttagningen av dukarna den 29 april 2025. Foton: Ove Hetland.

“Bad spot-syndromet” Dåliga fläckar

Ty till den som har, kommer mer att ges, och från den som inte har, kommer även det han har att tas ifrån honom.

Markus 4:25.

Såvitt vi vet har ’bad spot-syndromet’ inte tidigare beskrivits i internationell gräslitteratur. Detta kapitel är ett försök att skapa en modell som kan hjälpa greenkeepers att förstå varför det ibland är extremt svårt att återetablera döda greener.

Vi har tidigare hävdad att en hög halt av organiskt material i rotzonen kommer att förvärra risken för hypoxi och vinterskador under täta dukar (Rochette et al., 2005), och troligen även under isinkapsling. Nu kommer vi att hävda att lågt organiskt innehåll på grund av dålig tillväxt, ofta orsakad av torka, ökar risken för vinterskador och gör det mycket svårt att återetablera gräset och producera en jämn green med god spelkvalitet.

Dåliga fläckar börjar med dålig tillväxt

Tillväxten på greener varierar av många anledningar. En är suboptimal konstruktion. Vi märker ofta att avsaknaden av vertikala barriärer runt USGA-byggda greener gör kanterna torra, särskilt nära greenbunkrar eller när greenen är upphöjd från omgivningen (Foto 42).

Slitage och kompaktion från golfare och maskiner är andra orsaker till minskad tillväxt. Mängden slitage återspeglas ofta i det organiska materialet på olika delar av greenen. På kuperade eller renoverade greener kan skalpering förekomma, eller dubbelklippning minskar klipphöjden på ”ärevarvet”. Triplexklippare leder också till kompaktion vid greenkanterna (Foto 43).

En tredje anledning till minskad grästillsättning är häxringar eller rotdödare (*Gaeumannomyces graminis*). Rosa snömjöl verkar vara vanligare på de torrare delarna av greenerna och är ibland relaterade till lokala torrfläckar. Även om orsakerna till dålig tillväxt kan vara flera, är vår huvudpoäng här att minskad tillväxt innebär för låg produktion av thatch, och att stressen som minskar tillväxten samtidigt ökar risken för vinterdöd och gör det svårare att återskapa ny etablering från frö.

När vi konsulterar golfbanor där återetableringen av greener inte har lyckats, mäter vi ofta mycket låga vattenhalter i jordens



Foto 42. Torr kant på en green orsakad av vattenretentioner från jorden utanför greenen och den djupa bunkerdräneringen. Foto: Agnar Kvalbein.



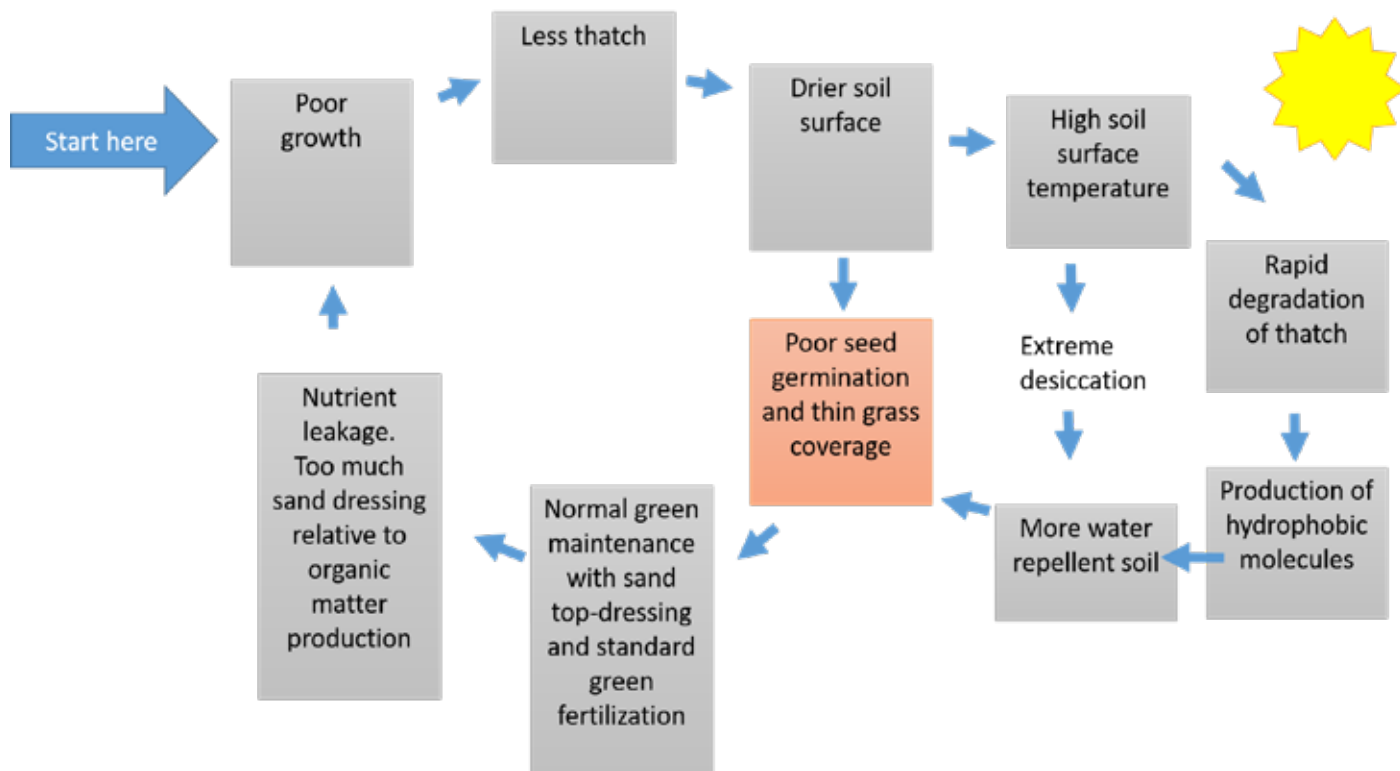
Foto 43. Ett typiskt mönster på en dåligt återställd green. Bild taget i norra Norge i augusti. De dåliga områdena kan bero på slitage (ärevarv) och torka. Foto: Agnar Kvalbein.

översta 5 cm, vanligtvis 4–8 % i volym. När man noggrant undersöker jordprofilen är det organiska materialet mycket lågt i de övre centimetrarna. De grova porerna nära ytan kan inte behålla vatten, vilket därför mycket snabbt rör sig in i de finare porerna längre ner i profilen (Foto 44).

Placeringen av de dåliga fläckarna sammanfaller vanligtvis med lokala torrfläckar. De finns på de högsta delarna av greenen, vid kanten av greenen, eller där bevattningstäckningen eller över-



Foto 44. Profil under dålig fläck till vänster och under acceptabelt gräs till höger. Dessa profiler fick mängd och typer av topdressingsand. Dålig tillväxt våren 2013 orsakade lager på den dåliga fläcken. Ovanpå sanden finns ett tunt lager organiskt material från sommaren 2013. Puttytan var fin på hösten). Våren 2014 var gräset dött, troligen dödat av *Microdochium nivale*. Sanden var hydrofob, och greenen var mycket svårt att återetablera på grund av det rena sandlagret ovanpå. Foton: Agnar Kvalbein



Figur 9. Dåliga fläcksyndromet. Modellen förklarar varför vissa vinterdödade ställen på en golfgreen är extremt svåra att återställa.

lappningen är dålig. Hydrofob jord utvecklas genom nedbrytning av organiskt material (Doerr et al. 2000, York & Canaway 2000) och förekomsten av ”feta”, vattenavvisande ämnen ökar över tid (Spaccini & Piccolo 2009). På dåliga ställen går nedbrytningen av organiskt material snabbt eftersom mindre thatch leder till snabb påfyllning av syre och det glesa gräset ökar jordtemperaturen. Utvecklingen av ’dålig plats’ sammanfattas i figur 9.

Hur botar man dåliga fläckar?

Det finns inget enkelt svar. Målet är att bygga upp vattenhållningsförmågan på de dåliga platserna utan att producera för mycket thatch under det omgivande gräset, som överlevt vintern.

Om fläckarna är stora och du har en skicklig personal och tillgång till högkvalitativt gräs producerad på en kompatibel såbädd, är den enklaste lösningen troligen att återställa de döda områdena med torv. Vi ser inte detta som en enkel väg ut ur

problemet. Torvade delar av en green blir ofta hydrofobiska, och jämn spelkvalitet är svår att uppnå (Foto 45).

Alternativet till torvning är noggrant handarbete på de ställena: Borttagning eller minskning av thatch, inplantering av bra, mogen kompost i det översta lagret, punktsådd med handverktyg, jämn och frekvent gödsling samt handvattnings med ett munstycke som skapar fina droppar. Manuell bevattning (Foto 48) är särskilt fördelaktig eftersom de stora och tunga dropparna från sprinklersystemet tenderar att flytta frö och dressmaterial in i det omgivande gräset, vilket lämnar döda fläckar som låga bulor med sand. I sådana fall är det sannolikt att dressing med en blandning på sand och organiskt material, såsom fingranulerad trädgårdskompost eller låg fertilitetsgödsel, höjer och stabiliserar jordfuktigheten runt fröna samt ger näring till planttillväxt.

Att klippa delvis döda greener är också svårt. De nysådda områdena är ofta instabila, och även singelklippare och fotsteg kan lätt förstöra plantorna (Foto 46).

Om du lyckas få några nya plantor att gro behöver plantorna mycket gödsel för att utnyttja sin maximala tillväxtkapacitet. En tumregel är att etablering av gräs på greener kräver tre gånger mer gödsel än etablerat gräs. Detta återspeglas också i en högre risk för näringsläckage från greener som är under etablering (Aamlid, Kvalbein & Pettersen 2017), och frekventa (minst veckovisa) appliceringar är därför nödvändiga för att uppnå en hög tillväxttakt samtidigt som näringsförluster minimeras. Punktgödning rekommenderas så länge de dåliga fläckarna syns.

Är applicering av lermaterial eller vattenhållande polymerer på den dåliga platsen ett alternativ? En sådan praxis skapar en permanent variation i rotzonens egenskaper, och de flesta greenkeepers tvekar att använda sådana mineraler om de inte införlivas i rotzonen på hela greenen.



Foto 45. Vinterskador reparerades med torv på våren. Bild tagen den 9 september 2006. Foto: Agnar Kvalbein.



Foto 46. Fotsteg på plantor i instabil såbädd. Foto: Agnar Kvalbein.



Foto 47. Hur kan dessa plantor överleva i en miljö med intilliggande etablerat gräs, golfare och daglig klippning? Foto: Agnar Kvalbein



Foto 48. Handbevattning med slang och små droppmunstycken är nödvändigt för att återställa delvis döda greener efter vinterskador. Bild från odlingsförsökt på NIBIO Landvik. Foto: Agnar Kvalbein

REFERENSER

- Aamlid, T.S. 2023. Severe winter damage and late opening of golf courses in Norway 2023. Winter Turf Newsletter, July 2023. <https://mailchi.mpl/umn/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.mpl/umn/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. Zia-ur-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.mpl/umn/winterturf-news-10351198>
- Berkelmann-Löhnertz, B., S. Klärner, B. Flemming, H.P. Schwarz, R. Keicher, M. Pflieghinger & O. Löhnerz 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 laboratorieförsök 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. 1. 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 hardiness 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 *Clarireedia*, *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. Pramaßing, L. Borriink, 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.
- Hesselsoe, 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. Ehle 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. Borriek, 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 reacclimation 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.mplumn/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. Lambrinos, 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. Lambrinos & 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 *Ascochyta nodorum* 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. Höglin 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 vinter-sesongen 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>

Waaen, 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. Waaen, 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.

BILAGA I. HÖSTGÖDSLINGSFÖRSÖK 2014–2017

Tabell A1. Koncentration av näringsämnen (g/l) i de sex olika gödningsmedlen.

Treatment	N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
1. No N	0.00	0.16	0.76	0.08	0.09	0.11*	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036
2. Low N	0.40	0.16	0.77	0.08	0.09	0.14	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036
3. Med N	0.80	0.16	0.77	0.08	0.09	0.14	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036
4. High N	1.20	0.16	0.77	0.08	0.09	0.14	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036
5. No S	0.80	0.16	0.77	0.08	0.09	0.0	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036
6. High S	0.80	0.16	0.78	0.08	0.09	1.27	0.011	0.0043	0.0023	0.0005	0.00036

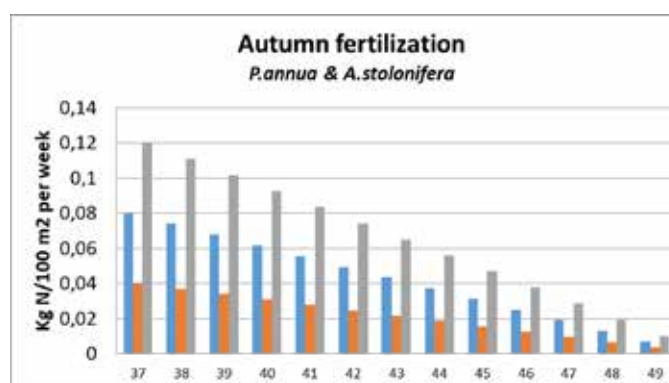
* Ingen ammoniumsulfat i detta gödningsmedel

Projektet finansierades av Scandinavian Turfgrass and Environment Research Foundation (STERF), Norges forskningsråd och Norges golförbund. Syftet med dessa experiment var att testa effekterna av kväve och sulfat på vinterstresstolerans hos greengräs.

Två experimentella USGA-greener etablerades i slutet av juni 2014 och återetablerades 2015. Gräsarterna var krypven ('Independence') och vitgröe (lokal ekotyp). Greenen vid NIBIO Landvik låg på en lysimeteranläggning och dräneringsvatten samlades in för kväveanalyser. Vid NIBIO Apelsvoll skuggades hälften av greenen till 30 % av det naturliga dagsljuset under försöksperioden, som varade från början av september till slutet av november. Under dessa veckor gödslades greenerna med 6 olika behandlingar (Tabell A1).

Kväve och sulfat var de experimentella variablerna. Alla gödselmedel applicerades veckovis i minskade givor (Figur A1). Den totala mängden kväve som tillfördes under de 13 veckorna var 0, 28 (låg), 55 (medel) och 84 (hög) kg/ha.

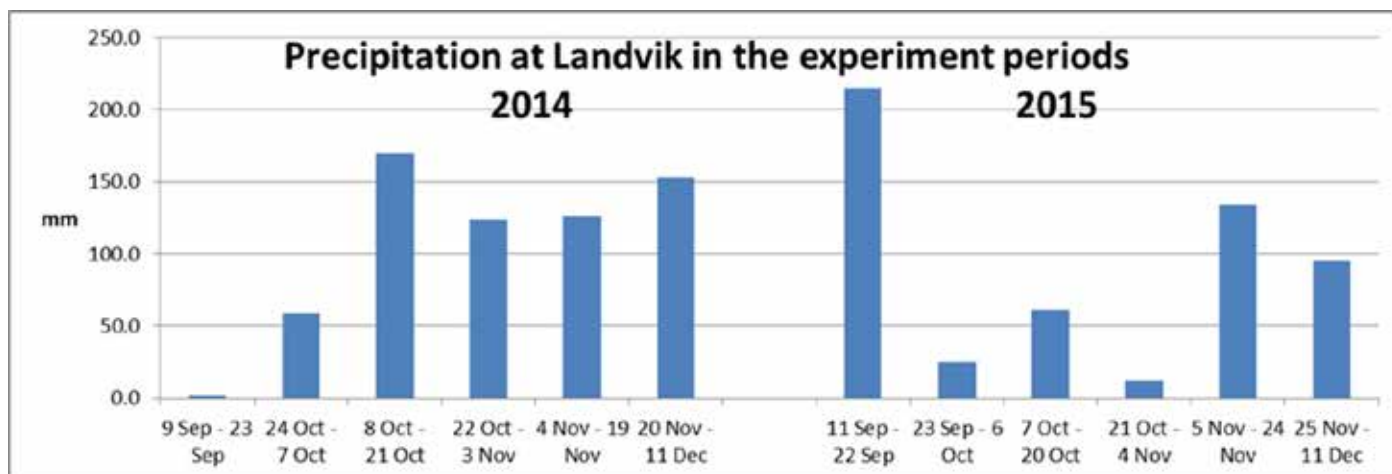
Under etableringsperioden i juli och augusti gödslades greenerna frekvent med ett fullgödselmedel, 140–160 kg N per hektar under 11 veckor. Greenerna klipptes tre gånger i veckan på 5 mm. Klippningen fortsatte på denna höjd men mer sällan tills gräset slutade växa i slutet av hösten. (Vi mätte höjdtillväxten varje vecka).



Figur A1. Veckovis gödslings applikationer följde en nedåtgående kurva. Blå=medium, orange = låg, grå = hög giva.

Under det första året använde vi inga svampmedel, och en allvarlig attack av rosa snömoegel inträffade tidigt på hösten, särskilt på vitgröen. Den skuggade greenen på Apelsvoll var väldigt dålig. Andra året använde vi ”Delaro” (trifloxystrobin + protiokonazol) för att få fram friskare plantor till laboratorieexperimenten.

Vissa resultat presenteras i huvudtexten. Nedan hittar du ytterligare information.



Figur A2. Naturlig nederbörd vid Landvik under försöksperioderna 2014 och 2015.

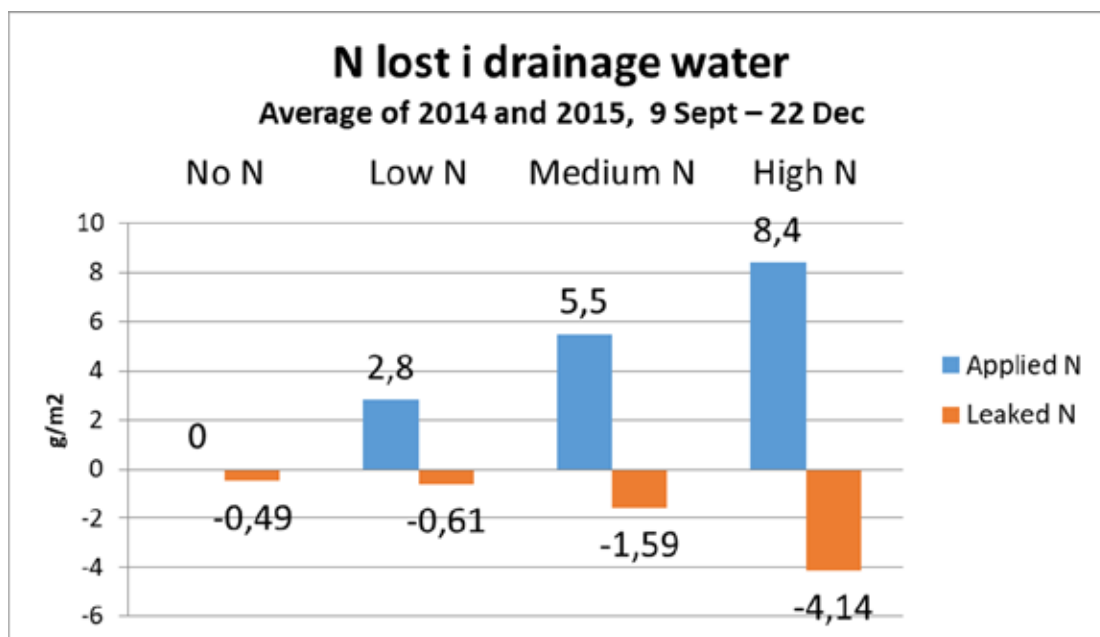
Kväveläckage

Dräneringsvatten samlades in från ytor där halva området var krypven och den andra hälften var vitgröe. Den naturliga nederbörden var högre än normalt under det första försöksåret (Figur A2).

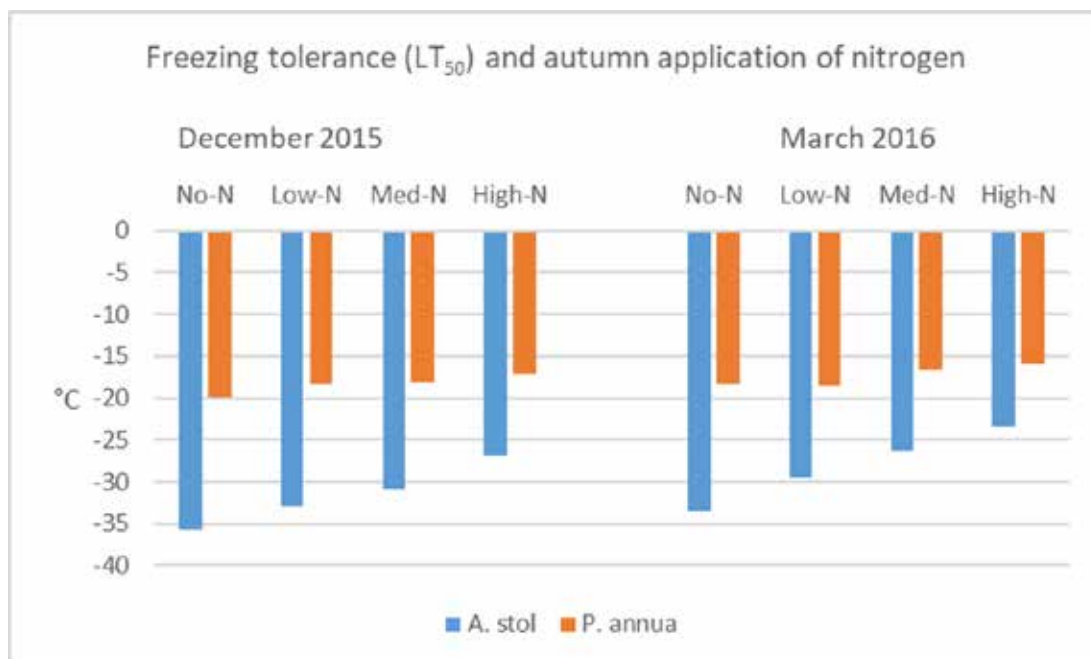
Insamlingen av dräneringsvatten visade, i genomsnitt under två år, att 49 % av den högsta kvävenivån läckte ut från greenen (Figur A3). Nitratgränsen för dricksvatten i EU är 50 mg/liter. Dräneringsvattnet översteg inte denna gräns, men vi anser att förlusten var oacceptabelt hög. Läckaget var som högst när marktemperaturen var under 5 °C. Baserat på detta kan vi inte rekommendera 'sen höstgödsling', det vill säga att ge höga gödselnivåer vid marktemperaturer under 5 °C, som en hållbar strategi.

Frystest

Gräsprover samlades in från de två experimentella greenerna och fördes till laboratoriet för tester i början av december och i slutet av februari/början av mars. Testet utfördes enligt vårt standardprotokoll (Espevig et al. 2011) och LT50-värden beräknades. Testet visade att det fanns betydande skillnader mellan de två arterna, och de reagerade också olika på kvävegödsling på hösten. Högre kvävenivåer minskade frystoleransen för krypven. För vitgröe fanns ingen betydande effekt av höstgödsling. Resultat från det senaste försöksåret, som bekräftade första årets resultat, visas i figur A4.



Figur A3. Kväve tillförs och förloras i dräneringsvattnet från försöksgreenen vid Landvik. Se figur A1 för veckovisa givor.



Figur A4. Temperatur (°C) som dödade 50 % av testplantorna (LT50). Krypven och vitgröe provtogs från en golfgreen gödslad med fyra olika kvävenivåer (0, 2,8, 5,5, 8,4 g/m²) under hösten.

Skriven av

**Agnar Kvalbein
Trygve S.Aamlid
Tatsiana Espevig
Wendy Waalen**

**NIBIO Landvik
2017**

Uppdaterad version 2025

**Trygve S.Aamlid
Tatsiana Espevig**

Svensk översättning

Håkan Blusi

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. FORM: KARIN SCHMIDT.