

LITTERATURSTUDIE OM VINTERSKADER PÅ GOLFGREENER.

De nordiske golf forbundene banekomiteer besluttet i oktober 1994 å starte en felles forsøksvirksomhet. Representantene besluttet at det første samnordiske prosjektet skulle "forklare årsak til og gi metoder for å unngå / begrense vinterskader på golfgreener.

Banekonsulter fra de respektive land ble utnevnt til å styre prosjektet.

Det er med stor glede DGU, FGF, NGF og SGF nå i mars 1996 kan presentere rapporten fra litteraturstudiet om vinterskader på golfgreener.

Prosjektets første etappe, som nå presenteres, omhandler en litteraturstudie om vinterskader. Kravene til studiet var høye, og all litteratur av vesentlig betydning, som på vitenskaplig grunnlag omhandler emnet, skulle vurderes.

Etter en anbudsrunde ble Sveriges Lantbruksuniversitet, institusjonen för växtodlingslära, utnevnt til oppdragstager.

Oppdragstagers representant har vært AgrD. Bengt Lundegårdh og agr. Linda Johansson har vært saksbehandler.

Til sin hjelp har agr. Linda Johansson hatt en referansegruppe bestående av:

AgrD Bengt Lundegårdh	- Institusjonen för växtodlingslära, SLU.
AgrD Magnus Halling	- Institusjonen för växtodlingslära, SLU.
AgrD Ingrid Karlsson	- Institusjonen för markvetenskap, SLU
AgrD Lennart Johansson	- Insitusjonen för växtpatologi, SLU
Kim Von Essen	- Headgreenkeeper Hauger Golfklubb, Oslo.

Linda Johansson og hennes medhjelpere i referansegruppen har utført litteraturstudiet til vår fulle tilfredshet.

Det er vår forhåpning at den omfattende informasjonsmengde i publikasjonen vil bidra til ny innsikt for den enkelte og vekke interesse for ytterligere studier i emnet.

Lykke til!

Med vennlig hilsen styregruppen:

Vagn Dissing, DGU

Håkan Eriksson, SGF

Timo Haapanen, FGF

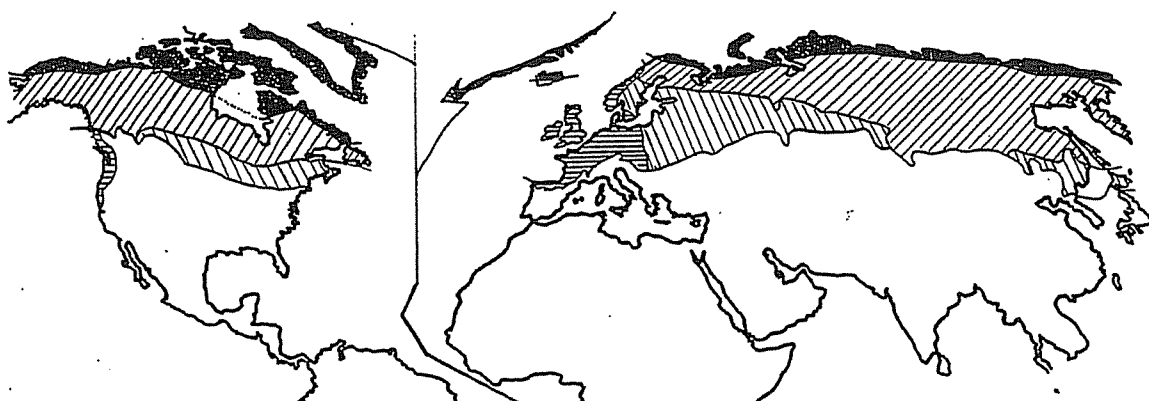
Paal Midtvåge, NGF

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	2
BASKUNSKAPER	4
Växtens fysiologi, anatomi och morfologi.....	4
Svampar	6
Greenupbyggnad	6
VÄXTENS HÄRDNING	10
Miljö för härdning.....	11
Vad växten måste skydda sig mot	12
Härdningsförloppet.....	12
Hur härdigheten bryts	14
Härdighet i olika växtdelar.....	15
SKADOR OCH DERAS UPPKOMST	15
Svampangrepp	16
Nomenklatur och taxonomi.....	17
Skadorna.....	18
Svamparnas livscyklar	19
Klimatets verkan på svampen.....	20
Växtens mottaglighet	21
Mekaniska skador	22
Slitage.....	22
Uppfrysning	22
Fysiologiska skador	23
Frysskador.....	23
Kvävningsskador	25
Reservnäringssutarmning	26
Torkskador.....	26
METODER FÖR ATT BEGRÄNSA SKADOR.....	27
Förbättra växtens försvar.....	27
Art/sortval.....	27
Gödslingsstrategi.....	30
Klippningsstrategi	31
Övriga skötselåtgärder.....	32
Begränsa svamp och tramp.....	32
Svampbekämpning.....	32
Restriktioner mot spel och trafik.....	34
Förändra mikroklimatet	34
Banupbyggnad.....	34
Skötselåtgärder på hösten	36
Snö/isröjning	36
Täckning	36
Uppvärmning.....	37
CHECKLISTA	38
SLUTSATSER	39
Diskussion.....	39
Forskningsbehov.....	42
SUMMARY	43
REFERENSLISTA.....	43
Personliga meddelanden	49
LITTERATURTIPS.....	50

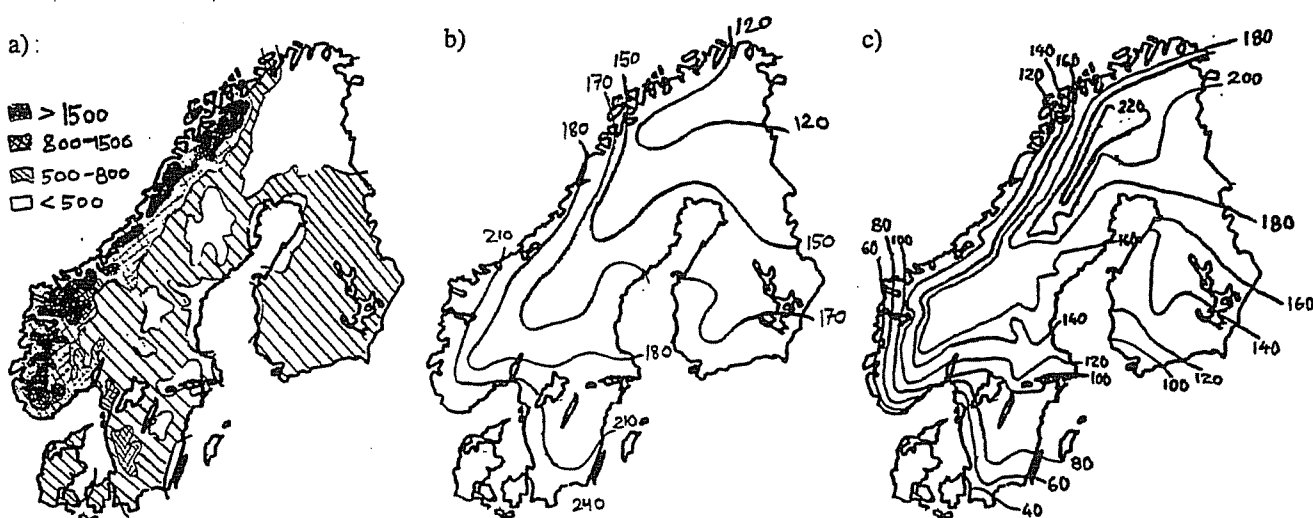
INLEDNING

Grässets utvintring är ett av de största problemen på golfbanor på nordliga breddgrader¹. Kyla, snö, is, blåst och skadegörare drabbar växterna under vintern. Nordens geografiska läge innebär speciella förhållanden i ett globalt perspektiv (figur 1). Samtidigt varierar de klimatiska förutsättningarna också i olika delar av Norden (figur 2). Nederbörds- och temperaturförhållandena är viktiga i sammanhanget. Men även ljuset har betydelse. Mest utsatta för stress under vintern är greenerna. En golfgreen används och sköts på ett sätt som medför stora påfrestningar på gräset. Den klipps och gödslas intensivt. Bevattning är ofta nödvändig. Gräset utsätts för slitage långt in på hösten. "Banskötaren balanserar på en smal tröskel mellan succé och misslyckande", sammanfattar Zanoni *et al.*². Det är en artificiell miljö. Förhållandena skiljer sig i hög grad från de som gräs i naturlig miljö är anpassat för.



Figur 1. Områden på norra halvklotet där nordiska klimattyper förekommer. ■ Polarklimat. ▨ Humitt kontinentalklimat, kall sommar. ▩ Humitt kontinentalklimat, varm sommar. ■ Marint västkustklimat.

Resultatet av vintern blir ofta att en del av gräset på greenerna försvagas eller dör, och det krävs tid och arbete för att det ska återhämta sig på våren. Skadorna är till sin natur ofta både komplexa och svåra att förutsäga³.



Figur 2. Nordens klimat a) medelnederbörd (mm/år) b) vegetationsperiodens längd (dagar/år) c) snötäcktets varaktighet (dagar/år).

¹ Sparrow & Wooding (1978)

² Zanoni *et al.* (1969)

³ Watschke (1981)

Kan vi undvika detta? Vad ligger bakom skadorna? Hur kan de förebyggas? I syfte att vara ett första steg mot svaren på dessa frågor är föreliggande arbete genomfört. Litteraturoversikten ska ge en insikt i kunskapsläget vad gäller detta område. Den ska visa på vilken forskning som redan är gjord. Med hjälp av den information som framkommer ska det sedan vara möjligt att bedöma vilken forskning som är lämplig att satsa på för att komma tillrätta med utvintringsskadorna. En förhoppning är att arbetet även ska vara orienterande och rådgivande för dem som ansvarar för skötsel av golfbanor. Tre målsättningar med projektet har satts upp:

- * att förklara orsaken till vinterskador på greener
- * att ge metoder för att undgå eller begränsa vinterskador på greener
- * att ge checklistor för att undgå eller begränsa vinterskador på greener.

Litteraturstudien är begränsad till att gälla greener i Norden. Det är på greenerna de största problemen med vinterskador finns, samtidigt som förhållandena för gräset där är särskilt extrema och unika. Delar av Norden snarare än enskilda länder har gemensamma förhållanden vad gäller mycket av det som påverkar ett greengräs på vintern (figur 1 och 2). Framförallt gäller det klimatet. Avgränsningen av studien innebär också ett begränsat antal gräsarter. De gräs som i huvudsak förekommer på greener i Norden är rödsvingel (*Festuca rubra* L.), rödven (*Agrostis tenuis* Sibth.), krypven (*Agrostis stolonifera* L.) och vitgröe (*Poa annua* L.) (tabell 1). I fortsättningen kommer svenskt och i tabellen markerat latinskt namn användas.

Tabell 1. Gräsarter på nordiska greener.

Latin	<i>Festuca rubra</i> var. <i>commutata</i> Gaud. (utan utlöpare) var. <i>litoralis</i> (korta utlöpare)	<i>Agrostis tenuis</i> Sibth. <i>Agrostis capillaris</i>	<i>Agrostis stolonifera</i> L. <i>Agrostis palustris</i> Huds.	<i>Poa annua</i> L.
Svenska	Rödsvingel	Rödven	Krypven	Vitgröe
Engelska	Red fescue Chewings fescue	Colonial bentgrass Common bentgrass Brown top bentgrass	Creeping bentgrass	Annual meadow grass Annual bluegrass
Danska	Rødsvingel	Alm. hvene	Krybende hvene	Enårig rapgræs
Finska	Punahata	Nurmirölli	Rynsörölli	Kylänurmikka
Norska	Rødsvingel	Engkvein	Krypkvein	Tunrapp

Arbetet grundar sig framför allt på sökningar i TGIF (litteraturlöslösa vid Turf Grass Information Centre) samt i LUKAS (Utlunabibliotekets databas), AGRIS, AGRICOLA, Biological abstracts och CAB. Ytterligare referenser kommer från Review of plant pathology, Turfgrass bibliography from 1672 to 1972 compiled and edited by James B. Beard, Harriet J. Beard and David P. Martin, samt litteraturförteckningar i artiklar. Därmed bör större delen av relevant tillgänglig litteratur ha kommit till kännedom. Litteraturen har även kompletterats med utsagor från ett antal referenspersoner. Arbetet har genomförts under överinseende av en referensgrupp bestående av en golfbanskötare samt fyra forskare vid institutionen för markvetenskap, växtpatologi respektive växtodlingslära, SLU.

BASKUNSKAPER

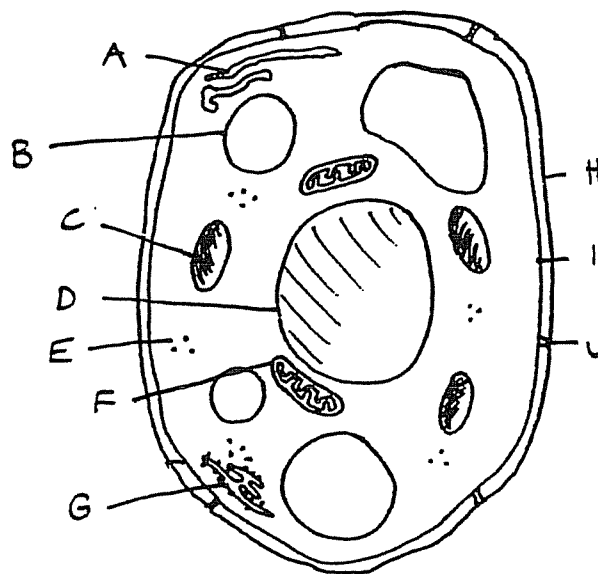
Eftersom innehållet i denna rapport vänder sig till personer med olika kunskapsbakgrund har materialet delats upp i mer grundläggande respektive mer specialiserad del. Här följer tre avsnitt av mer allmän karaktär. De handlar inte specifikt om utvintringsskador, men ger en bakgrund till senare resonemang. Avsnittet kan vara lämpligt att läsa för den som är oinsatt i något av områdena som tas upp här, eller också något att gå tillbaka till om det längre fram i texten förekommer begrepp som är svåra att förstå.

Växtens fysiologi, anatomi och morfologi

Växtfysiologi innefattar en mängd termer som är av central betydelse för att förstå resonemangen kring växtens övervintring och skador i samband med detta.

Sammanställningen nedan bygger på Mohr och Shopfer, Salisbury och Ross samt Fries.⁴

Växterna är liksom allt levande uppbyggda av celler. En cell innehåller cellkärna och cellplasma. I kärnan finns arvsmassan med organismens genetiska uppsättning, dess arvsanlag. Cellplasman består av organeller med olika funktioner samt en vätska som innehåller bl.a. vatten och proteiner. Där finns också hålrum som är fyllda med vatten och lösta ämnen. Dessa kallas vakuoler. Runt omkring cellen finns ett membran som är uppbyggt så att det är vattenavstötande men kan släppa igenom vissa molekyler. Det består av fetter och proteiner. Speciellt för en växtcell är att den dessutom har en vägg av fiberartade ämnen utanpå membranet. (Se figur 3).



Figur 3. Växtcellen (förenklad). A: golgiapparat, B: vakuol, C: kloroplast, D: cellkärna, E: ribosomer, F: mitokondrie, G: endoplasmatiskt nätverk, H: cellvägg, I: plasmamembran, J: plasmodesm.

Metabolism är ett samlingsbegrepp för de processer i vilka cellen utvinner energi och bygger upp nya strukturer. Fotosyntesen är den process med vilken växten "bildar" sin energi, d.v.s. binder solenergi i kolhydrater. I processen, som sker i cellorganeller som kallas kloroplaster, omvandlas solenergi, koldioxid och vatten till kolhydrater och syrgas. Fotosyntesens hastighet

⁴ Mohr & Shopfer (1995); Salisbury & Ross (1985); Fries (1973)

beror bl.a. av temperatur, ljus- och koldioxidtillgång samt växtens arvsanlag. Kolhydraterna från fotosyntesen används som "byggstenar" för tillväxt, som energikälla eller lagras för senare behov. Som energikälla bryts kolhydraterna ner i respirationen (andningen). Detta är fotosyntesens motsatta reaktion. Då bildar kolhydrater och syrgas energi, vatten och koldioxid. Respirationen ökar vid snabb tillväxt eller i stressituationer, t.ex. då växten drabbas av köld, skador eller patogenangrepp. Fotosyntesen bygger upp kolhydrater och respirationen bryter ner. Kompensationspunkten är då de båda reaktionerna går med samma hastighet. Om växten respirerar mer än den fotosyntetiserar utarmas dess lager av kolhydrater.

Växterna tar sin näring från omgivande luft och mark. Det finns ett antal grundämnen som är essentiella (livsnödvändiga). De kan delas upp i mikro- och makronäringsämnen utifrån i vilka mängder de finns i växten (tabell 2). Koldioxid tas upp via de ovanjordiska delarna. Vatten tas upp via rötterna med hjälp av det tryck (potential) som uppstår i växten då vatten transpireras och avdunstar från bladen. Om den omgivande luften är så fuktig att växten inte transpirerar kan vattendroppar pressas ut i bladspetsarna. Detta fenomen kallas guttation. Vid rötterna tas näring upp från markvätskan. Uptagningen kan ske passivt eller aktivt av växten. Näringsämnens molekylstorlek och laddning har betydelse för upptagningen. Markvätskans pH-värde är betydelsefullt eftersom det bestämmer i vilken form de kemiska ämnena ska föreligga (figur 5 och tabell 2). Även växtens status påverkar dess jonupptagning. Den måste ha tillgång till energi. Större ljusstillgång kan ha betydelse eftersom fotosyntesen därvid ökar. Vid lägre temperaturer minskar den aktiva jonupptagningen. Detta är dock inte helt klarlagt, och nyligen gjorda försök har visat att upptagningen i vissa fall inte påverkas av sjunkande temperatur⁵.

Tabell 2. Essentiella näringsämnens upptagningsform och koncentration i växter (efter Salisbury & Ross, 1985).

Ämne	Kemisk symbol	Uptagningsform	Koncentration i växten (% av torrsubstans)
<i>Mikronäringsämnen</i>			
Molybden	Mo	MoO_4^{2-}	0,00001
Koppar	Cu	Cu^+ , Cu^{2+}	0,0006
Zink	Zn	Zn^{2+}	0,0020
Mangan	Mn	Mn^{2+}	0,0050
Bor	B	H_3BO_3	0,002
Järn	Fe	Fe^{3+} , Fe^{2+}	0,010
Klor	Cl	Cl^-	0,010
<i>Makronäringsämnen</i>			
Svavel	S	SO_4^{2-}	0,1
Fosfor	P	H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}	0,2
Magnesium	Mg	Mg^{2+}	0,2
Kalcium	Ca	Ca^{2+}	0,5
Kalium	K	K^+	1,0
Kväve	N	NO_3^- , NH_4^+	1,5
Syre	O	O_2 , H_2O	45
Kol	C	CO_2	45
Väte	H	H_2O	6

Anatomi innebär inre arrangemang av organ, t.ex. näringsledningar och stödjevävnad. Cellinnehållet och membranet kallas symplast. Det döda materialet, cellväggen, samt utrymmet mellan cellerna kallas apoplast. Närings- och vattentransport sker i ledningsvävnad, rör som kallas xylem och floem. I xylemet transporteras vatten och näringsämnen uppåt i växten. Från cellernas produktion transporteras ämnen med floemet. På blad och stam har

⁵ Pettersson (1995)

växten klyvöppningar (stomata) som kan öppnas och slutas. Genom dessa kan gaser diffundera in och ut.

Den yttre byggnaden kallas morfologi. Av betydelse för övervintring är främst hur tillväxtpunkten är placerad. Gräsens bladtillväxt utgår i det vegetativa stadiet från ett meristem som sitter innerst i varje skott. Denna brukar kallas för tillväxtpunkten (eng. crown). En levande tillväxtpunkt är helt avgörande för växtens tillväxt, så det är viktigt att den skyddas.

Stress innebär att växten utsätts för en eller flera stressfaktorer (t.ex. torka, kyla eller värme) som den inte är genetiskt anpassad för. Växten svarar med flera reaktioner, ett stressyndrom. För att skydda sig kan växten utveckla tolerans eller försvar mot det som skadar. Detta kan ske med genetisk anpassning, d.v.s. den mest lämpade lever vidare (t.ex. en hårdig grässort). Eller så kan anpassningen ske under påverkan av stressfaktorn (t.ex. härdning inför vintern).

Svampar

Detta kortfattade avsnitt om svampars biologi bygger främst på en beskrivning av Smith⁶. Svampar är en- eller flercelliga organismer. Eftersom de inte själva kan omvandla solenergi till näring måste de leva parasitiskt på någon annan organism eller saprofytiskt på dött material. De är vanligt bland svamparter att de kan leva omväxlande på levande material, t.ex. en värdväxt, och dött material, t.ex. på växtrester i jorden.

Flercelliga svampar växer till i trådar som kallas hyfer. System av flera hyfer kallas mycel. Vissa svampar har förmåga att bilda sklerotier, täta nystan av mycel. I den här formen kan svampen överleva utan näring och den klarar torka och värme⁷. De flesta svampar kan föröka sig med sporer. Detta är förökningskroppar som innehåller en eller flera celler och bildas i stora mängder. Om de bildas sexuellt förändras svampens genetiska uppsättning, vilket kan vara positivt för anpassning till omgivningen. Men det finns också asexuellt bildade sporer som inte har några förändrade arvsanlag. Sporer finns i en mängd geometriska former och kan bildas på olika sätt. Detta är ofta specifikt för en svampart eller nära besläktade arter. En spora som hamnar i en lämplig miljö groor och växer ut till nytt mycel.

Svampar sprids i sina olika livsformer. Hyftillväxt är ett sätt att sprida sig. Men mycel har krav på sin omgivning. Temperaturen måste vara mellan -5 och 45 °C och kontakt med en fuktig yta är nödvändigt. Sporer däremot kan överleva under sämre förhållanden. Kraven på fukt och temperatur ökar inte förrän då groningen ska ske. Det är också som sporer svamparna har störst potential att sprida sig. Detta sker framförallt med vind, vatten, djur eller människor. Som sklerotier kan svampen spridas på samma sätt, dock i mindre omfattning.⁸

Greenupbyggnad

Det material som greenen är uppbyggd av kan ha betydelse för gräsets övervintring. Detta härrör sig till att mineralerna och det organiska materialet har olika egenskaper som styr vatten- och näringssituationen på greenen. Fysikaliska och kemiska lagar ligger till grund för

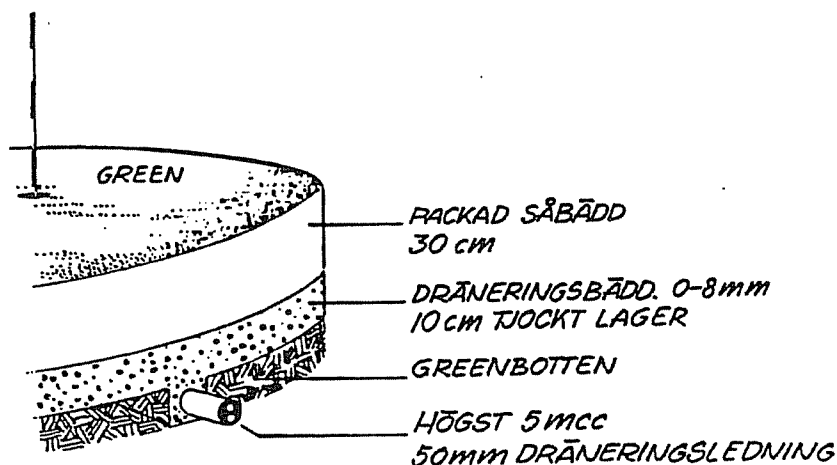
⁶ Smith (1951)

⁷ Jackson & Fenstermacher (1969)

⁸ Agrios (1988)

detta. Små förändringar i jordens sammansättning kan ge stora konsekvenser. Detta är viktigt att känna till, inte minst då materialsammansättningen i de greener som byggts genom åren varierar mycket.

Traditionellt har man byggt greener av jord som funnits på platsen. Den har planats ut i lämplig form och på ytan har man dressat med sand till ett 10-15 cm tjockt lager. I dessa greener gjordes inte några särskilda dräneringsåtgärder. SGF:s rekommendationer från 1949⁹ var ett 10-20 cm djupt översta lager av måttligt sandig jord med 20-30 volym-% organiskt material. Om det underliggande jordlagret var otillräckligt dränerande var det lämpligt att lägga ner dräneringsrör och/eller arbeta ner ett 7-10 cm tjockt lager fint grus innan matjorden lades på. Jord, sand och torv kunde blandas på plats med jordfräs. USGA¹⁰ (United States Golf Association) lanserade i början av 1960-talet en ny metod för greenuppbyggnad. Den byggde på mångårig forskning och målet var att greenerna skulle få bra dräneringsförmåga samt kunna motstå packning. Underst ligger ett system av dräneringsledningar. Det tjänar som en säkerhetsåtgärd då stora vattenmängder ska transporteras undan. Ovanpå detta ligger ett lager grus (minst 10 cm) som utgör ett effektivt kapillärbrott. Det tunna sandlagret däröver (5-10 cm) ska förhindra att material från lagret ovan vandrar nedåt och blandas med gruset. Det översta lagret består framförallt av sand med partikeldiametern 0,25-1,0 mm. Där ska också finnas inblandat 20 volym-% lämpligt organiskt material.



Figur 4. Green uppbyggd enligt USGA-metoden med modifieringar (SGF, 1991).

USGA-greenen modifierades i Norden. I Sverige beskrev SGF samt Naturvårdsverket¹¹ en variant i slutet på 1970-talet. Där består det översta lagret av 20 cm sand och därpå 5 cm torvmull som fräses ihop med sanden till 15 cm djup. Därunder skulle det vara ett 10 cm tjockt gruslager enligt Naturvårdsverkets beskrivning. Det visade sig vara svårt att få sand och torv tillräckligt blandat med den här metoden. En ny anvisning från SGF kom 1991¹². Från USGA-greenen hade mellansandlagret tagits bort. Materialet i gruslagret skulle vara 0-8 mm, alltså finare än USGA:s rekommendationer (figur 4). Motiveringen var att den kapacitet för att ta hand om nederbörd som man uppnår med grövre grus är överflödigt under svenska klimatförhållanden. USGA-metoden modifierades på liknande sätt av USGA själva 1993¹³. Förändringen var att mellansandlagret kunde tas bort om kornstorlekarna i övre och undre

⁹ SGF (1949)

¹⁰ USGA (1973)

¹¹ SGF (1977); Statens naturvårdsverk (1980)

¹² SGF (1991)

¹³ USGA (1993)

lagret uppfyllde vissa krav. I övriga nordiska länder har det inte funnits någon rekommendation före 1980. Banorna byggdes då enligt någon beskrivning man fann lämplig. I Finland har man därefter rekommenderat att följa SGF:s råd. En period runt 1990 byggde man i Norge enligt USGA, vilket visade sig vara en konstruktion med för lite fint material.

Vissa banor med otillräcklig dränering har förbättrats i efterhand. En metod är att spår som är 2-5 cm breda och 10-33 cm djupa öppnas på 1-2 meters avstånd på greenen. I dessa läggs ett lager grus och sedan sand upp till markytan. Dräneringsrör kan läggas ner om det inte sedan tidigare finns ett dräneringssystem som materialet i spåren får kontakt med.¹⁴ Ett annat sätt är att göra hålpipluftning, ta bort pluggarna, borsta ner sand i hålen och sedan stödså¹⁵.

Efter anläggningen förändras greenen till vissa delar av skötsel och användning. Jorden kan packas så att luft- och vattenförhållanden ändras, särskilt om greenen används då det är blött. Sättningar i marken kan ge svackor. Detta kan ske om underlaget inte packats ordentligt innan greenen byggts upp. En gräsfilt (thatch) utvecklas i markytan då växtrester bryts ner. (Översättningen "gräsfilt" har föreslagits av Dahlsson¹⁶ och används också i denna rapport). Dressning (som inte får innehålla för mycket organiskt material) och vertikalskärning kan motverka gräsfilt (thatch). Det är också möjligt att med dessa metoder få bort gräsfilt (thatch) om den inte är för tjock.¹⁷ Idealet är istället ett lager av växtrester (organiskt material) och mineral blandat. Beard¹⁸ kallar detta lager för "mat", matta.

Ytavrinning är ett snabbt och betydelsefullt sätt att leda bort vatten från greenen. Det optimala är en upphöjning i greenens mitt och sluttande sidor. Då detta inte alltid är önskvärt i praktiken bör ytan åtminstone luta i två riktningar. Låga punkter torkar upp sist och det är viktigt att både förebygga och åtgärda svackor av sättningar¹⁹.

Markens fysikaliska egenskaper styr vatten- och luftförhållandena i greenen. De stora förbättringarna av sportgräsytejord på senare tid har också skett just genom bättre kontroll över markegenskaperna menar Adams och Gibbs²⁰. Några få faktorer ställer upp förutsättningarna. **Partikelstorleken** hos mineralerna kan variera från ler till sten (tabell 3). Partikelstorlek samt inblandning av **organiskt material** avgör om det sker aggregering, sammanklumpning till större enheter. Det är också betydelsefullt var partiklarna finns i **förhållande** till varandra. Viktigt i det sammanhanget är förekomst av och förhållande mellan olika partikelstorlekar, om de är fördelade jämnt eller i lager samt jordlagrens tjocklek.

Tabell 3. Partikelstorlekar i jord (mm i diameter).

	Ler		Silt		Sand		Sand		Fingrus	
		fin	mellan	grov	mkt fin	fin	medium /mellan	grov	mkt grov	
Atterbergs kornstorleks-skala	<0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	--	0,06-0,2	0,2-0,6	0,6-2	--	2-6
International	<0,002		0,002-0,02		--	0,02-0,2	--	0,2-2,0	--	--
USGA	<0,002		0,002-0,05		0,05-0,15	0,15-0,25	0,25-0,50	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-3,4

¹⁴ Adams (1986)

¹⁵ K. von Essen (pers. medd., 1996)

¹⁶ Dahlsson (1987)

¹⁷ Adams & Gibbs (1994)

¹⁸ Beard (1990)

¹⁹ Statens naturvårdsverk (1980)

²⁰ Adams och Gibbs (1994)

Korn och aggregerade enheter bestämmer storleken på porerna däremellan. Runda, packade, likstora partiklar ger porer som är ca 2/5 av deras diameter. Maximala porvolymen är då 40 %. Grövre partiklar, t.ex. sand ger alltså större porer, men samma totala volym. Mindre partiklar har dock förmåga att aggregera, och därigenom skapa större porer. Sand bildar aggregat endast tillsammans med mull eller andra mindre partiklar. Aggregat är emellertid bräckliga och särskilt känsliga för packning då det är blött. Porositeten (porvolymen) blir mindre om jorden består av en blandning av partikelstorlekar och packas. Denna minskning kan vara upp till en fjärdedel av den maximala porositeten (40 %) hos jord med en enda kornstorlek. Olika kornstorlekar ger fördelaktigt olikstora porer. Den porositeten riskerar dock minska av packning eller om partiklarna skiftas och inte längre är jämnt fördelade. Porstorlek och porvolym bestämmer hur rötter, luft och vatten tar sig fram i jorden. Rötter är minst 60 μm i diameter och porerna måste följaktligen ha minst denna storlek. I fin sand (mindre än 0,200 mm) är porerna alltså otillräckligt stora. Växterna kräver, med viss variation, ungefär 10 % luftfylld porvolym i marken. Hydraulisk konduktivitet är ett mått på hur snabbt vatten transporteras ner i en vattenmättad jord. Enligt amerikanska normer bör denna vara 150-300 mm/h²¹. Men i Norden är klimatet annorlunda. Här rekommenderas 25 mm/h²². I en sandjord är detta krav uppfyllt redan i och med att det finns porer tillräckligt stora för rottillväxt (tabell 4).

Tabell 4. Egenskaper hos sand av olika partikelstorlekar (Adams och Gibbs, 1994).

Beskrivning och partikelstorlek	Partikeldiameter (mm)	Vattenpelarens höjd (mm)	Mättad hydraulisk konduktivitet (mm/h)
Mycket fin sand (0,06-0,125)	0,100	900	130
Fin sand (0,125-0,25)	0,200	400	450
Medium sand (0,25-0,5)	0,400	220	1500
Grov sand (0,5-1,0)	0,800	120	5500

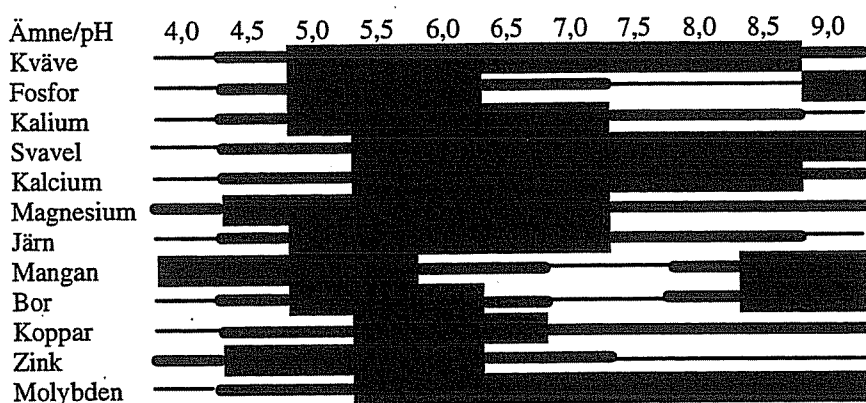
Jordens vattenhållande förmåga bygger på kapillärkraft och, till en mindre del, adsorption till partiklar. Kapillärkraften gör att vatten hålls kvar i ett rör. Den motverkar alltså tyngdkraften. Mindre diameter ger högre stighöjd. Vattnet kan fyllas på uppifrån eller underifrån. Markporerna fungerar som sådana rör. Ett gruslager i en green är ett kapillärt brott och ovan detta verkar också kapillärkraften. Det innebär att vatten dräneras från porer som är så stora i förhållande till höjd från kapillärbrottet, att vattnet inte kan hållas kvar kapillärt. Tabell 4 visar vid vilken höjd vatten dräneras från sand av olika partikelstorlek. Detta fenomen har alltså stor betydelse för vilken tjocklek jordlagret ovanför det kapillärbrytande gruslagret måste ha på en green. Det måste vara en avvägning mellan dränerande och vattenhållande förmåga. Lager av partiklar med avvikande porstorlekar kan förändra villkoren. Det är därför viktigt att dressningssanden har samma sammansättning som det material greenen är uppbyggd av. Ett lager av gräsfilt (thatch) kan ge problem eftersom det har större vattenhållande förmåga än materialet under²³.

²¹ USGA (1993)

²² Karlsson (1988)

²³ Lucas

Kemiska egenskaper hos marken har betydelse framförallt för växtnäringstillgängligheten. De beskrivs av Adams och Gibbs²⁴. **Katjonbyteskapaciteten** (eng. cation exchange capacity, CEC) är ett mått på i vilken utsträckning positiva joner kan bindas till markpartiklar. Lermineraler och organiska kolloider har stor sådan förmåga eftersom de har en negativ laddning. Hos organiska kolloider försämras emellertid kapaciteten vid sjunkande pH-värde. Sandjordar har mycket liten katjonbyteskapacitet, men den kan förbättras väsentligt av organiskt material. De växtnäringsämnen som finns som positiva joner (t.ex. kalium) kan bindas i marken på detta sätt. Kväve kan endast bindas i organiskt material. Fosfor kan bindas organiskt, men också finnas i markvätskan eller adsorberade på markpartiklar. Dess form är då svårslöslig och mycket pH-beroende. Jordens **pH-värde** beror på koncentrationen vätejoner. Marken försuras då basiska joner (t.ex. kalcium) som binds av lermineral och organiska kolloider byts ut mot vätejoner. Faktorer som kan accelerera processen är t.ex. ammoniumgödselmedel. Växtnäringstillgängligheten påverkas av pH-värdet (figur 5).



Figur 5. Hur växtnäringsämnenas tillgänglighet varierar med markens pH-värde. Smalare streck markerar sämre tillgänglighet (efter Mengel och Kirkby, 1987).

Markens **syreinhåll** minskar i betydelsefull omfattning då den luftfyllda porvolymen understiger 10 %. Vid vattenmättnad upphör syret helt att diffundera ner i marken. Under dessa anaerobiska förhållanden verkar bakterier som kan leva utan syre. Allteftersom syret tar slut och miljön blir mer reducerande övergår kemiska ämnen i andra former. Kvävet omvandlas och avdunstar, lösligt mangan och järn kan öka till toxiska koncentrationer och sulfat omvandlas till vätesulfid (lukt som hos ruttna ägg). Sistnämnda reaktion kan gå vidare så att vätesulfid och järn bildar järnsulfid, en mindre giftig utgång. Denna kemiska förening syns som ett svart lager i markprofilen.

VÄXTENS HÄRDNING

Växten förbereder sig för vintern i och med härdningsprocessen. Härdning innebär att växten påverkas av omgivande faktorer så att den blir mindre mottaglig (d.v.s. hårdig eller tolerant) för stress framförallt av kyla och torka. Även tolerans mot svampar och andra patogenerangrepp har ett samband med köldhårdighet²⁵. Hårdighet är ett mycket komplext begrepp och det finns flera delar som är ofullständigt utforskade. Härdningen styrs av klimatet, men växtsort och skötsel påverkar i hög grad. Hur härdningsprocessen fullföljs är av stor eller rentav avgörande betydelse för växtens förmåga att stå emot yttre påfrestningar

²⁴ Adams och Gibbs (1994)

²⁵ Tronsmo (1983), Årsvoll & Larsen (1977); Smith & Kaurin (1989)

under vintern. Det är viktigt att känna till huvuddragen i denna process för att kunna påverka övervintringen. Både för att själv förstå åtgärder som måste göras och för att kunna förklara varför för andra.

Miljö för härdning

Under hösten blir dagarna kortare och temperaturen sjunker. Detta är en förvarning om vintern och härdningen initieras då i växten. Vid **temperaturer** under +5 °C påbörjas härdningen. Då temperaturen sjunker under 0 °C, dock inte så lågt att is bildas i växten, börjar en andra fas av härdningen. Det finns försök som tyder på att det för bäst härdighet är nödvändigt att växten först hinner härdas i temperaturintervallet 0-5 °C.²⁶ Det behöver inte vara kallt hela tiden för att härdning ska ske. Mer än 4-8 timmar per dygn (t.ex. på natten) av en temperatur som ger härdning räcker.²⁷ I samspel med sänkt temperatur är en allt kortare **dagslängd** (fotoperiod) också av betydelse för härdningen. Hur stor betydelse fotoperioden har för olika växter varierar, också mellan olika sorter av en art. I de fall fotoperiod inverkar är det som en anpassning till platsen som växten kommer ifrån.²⁸ Man har till och med sett att plantor som ständigt varit belysta av gatlyktor fått en dålig härdning och därför dött. **Ljustillgång** (mer än 2000 lux) är nödvändig för en tillräcklig fotosyntes under härdningen.²⁹ Dessutom kan ljuskvaliteten, d.v.s. ljuset våglängdssammansättning (färg), ha betydelse³⁰. Om ljuset är otillräckligt måste växten använda sina kolhydratreserver istället för att lagra upp, vilket är negativt för härdningsprocessen³¹. Kalla, klara dagar är alltså optimalt³².

Flera **skötselfaktorer** inverkar på härdningen. Gödsling med P eller K är positivt ifall det annars finns risk för brist. Härdning och tillväxt är motsatsförhållanden. Tillväxt innebär nämligen att växten konsumerar kolhydraterna som bildas i och med fotosyntesen istället för att som vid härdningen lagra in dem. Kvävegödsling och klippning är exempel på sådant som stimulerar tillväxt, vilket är negativt för härdningen. Högre N-giva har visat sig ge mindre TSC (lösliga kolhydrater) i växten.³³ Dessa faktorer i kombination med mulet eller varmt väder är särskilt dåligt för härdningen³⁴. Härdningen påverkas också av växtens **arvsanlag**, d.v.s. i praktiken arter och sorter. Olika arter kan t.ex. ha olika krav på ljus och temperatur för härdning³⁵. **Vattenbrist** kan vara positivt. Härdighet mot torka under vintern har nämligen ett positivt samband med köldhärdighet³⁶. Bland annat är växter som förlorat sin härdighet trots allt mer härdiga om de tidigare varit torkstressade än om de inte varit utsatta för torka³⁷. Torka kan också inducera härdighet. Högt salthalt i marken kan ha samma effekt.³⁸

²⁶ Levitt (1980); Kacperska (1989); Pulli (1986); Rajashekar *et al.* (1983)

²⁷ Eagles & Williams (1992)

²⁸ Aastreit (1985)

²⁹ Levitt (1980)

³⁰ Smith & Kaurin (1989)

³¹ Callahan (1985)

³² Halling & Svanäng (1994)

³³ Levitt (1980); Zanoni *et al.* (1969)

³⁴ Fuller (1980)

³⁵ Watschke (1981); Smith & Kaurin (1989); Gay & Eagles (1991)

³⁶ Kaurin (1988)

³⁷ Welterlen & Watschke (1982)

³⁸ Jones (1992)

Vad växten måste skydda sig mot

Den stora faran med låga temperaturer är att vattnet i växten då kan frysa till is. Det finns principiellt två strategier för att klara isbildning - undgå eller tolerera. Levitt beskriver förloppet.³⁹

Isbildning inuti cellen (symplasten) innebär irreversibla, d.v.s. dödliga skador. Cellen måste undvika detta. Förmåga att underkyla vatten är ett skydd. Isbildning kräver en kärna som vattnet kan frysa runt och absolut rent vatten kan kylas ner till $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$ innan is bildas. I växtcellen rör sig fryspunktssänkningen om några grader. Hög koncentration av ämnen lösta i cellsaften kan sänka fryspunkten med ytterligare 1-2 $^{\circ}\text{C}$.⁴⁰ Dessa båda skyddsmekanismer kan förstås användas även i cellmellanrummen (apoplasten). Men eftersom det rör sig om så liten fryspunktssänkning används de i praktiken som ett "försprång" för cellen. Isbildningen börjar alltid extracellulärt (i cellmellanrummen). Detta beror på att koncentrationen av lösta ämnen är lägre där än i cellen eller att där finns kemiska ämnen eller bakterier runt vilka is kan bildas, menar Mohr och Shopfer, Ashworth samt Jones.⁴¹

Tolerans mot is begränsar sig till apoplasten, d.v.s. området utanför cellmembranen. När det har börjat frysa transporteras vatten ut ur cellen mot stället där isen bildas. Detta beror på strävan efter jämvikt mellan vattnet i isen och i cellen, och är en viktig mekanism som hindrar att isen sprids till cellens inre. Det är en fördel om cellen redan innehåller lite vatten. Om temperaturen sjunker mycket snabbt (10 $^{\circ}\text{C}/\text{h}$) är hastigheten med vilken vattnet transporteras ut otillräcklig och cellen fryser. Genomsläppliga cellmembran är alltså betydelsefulla. Om cellen har en stor yta i förhållande till volymen blir också uttransporten effektivare. Cellmembranet är samtidigt en barriär som hindrar iskristaller från att komma in i cellen. Då vatten fortsätter transporteras ut riskerar cellen istället att skadas av torka. Ett sätt för den att skydda sig från detta är att ha en hög koncentration av lösta ämnen, så att mindre vatten transporteras ut, menar Mohr och Shopfer.⁴² Tillslut har så mycket vatten transporterats ut att cellmembranet kommer i sådan spänning att det släpper från cellväggen, cellen kollapsar (plasmolys). Det alltmer koncentrerade cellinnehållet kan också ge skador, framför allt på proteinerna i membranet. Efterhand uppstår alltså nya situationer som cellen måste skydda sig mot. Den ultimata skadan av isbildning är att membranet går sönder och cellinnehållet läcker ut.

Härdningsförloppet

Växtens härdning innebär biokemiska, fysiologiska och biofysiska förändringar⁴³. Ibland sker även morfologiska anpassningar⁴⁴. Förloppet är i flera delar ofullständigt känt⁴⁵. Härdningen beskrivs av forskare ofta som en process i flera steg. Kacperska samt Pulli ser tre steg som styrs framför allt av temperaturen. Levitt däremot menar att det vore mer meningsfullt att utgå

³⁹ Levitt (1980)

⁴⁰ Burke *et al.* (1976)

⁴¹ Mohr & Shopfer (1995); Ashworth (1992); Jones (1992)

⁴² Mohr & Shopfer (1995)

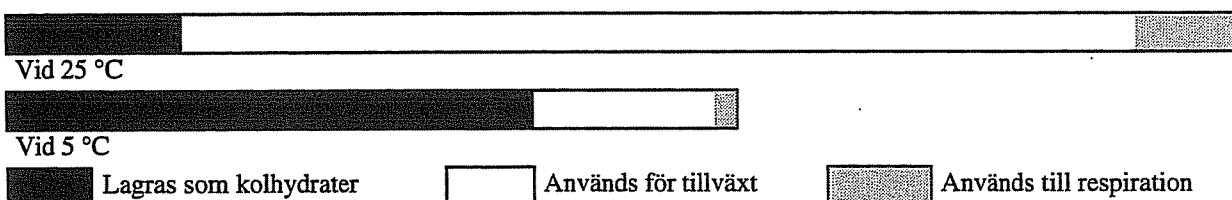
⁴³ Burke *et al.* (1976)

⁴⁴ Beard (1969b)

⁴⁵ Mohr & Shopfer (1995); M. Nylander (pers. medd., 1996)

från processerna inuti växten. Det är dock svårgreppat eftersom processerna inte alltid sker i en bestämd ordning.⁴⁶

Temperaturer i intervallet 0-5 °C initierar det första steget. Det innebär i princip en fryspunktsnedsättning i växten. Denna temperatur gör att växten går över i vintervila. Fotosynteshastigheten minskar, men tillväxten minskar ännu mer och **kolhydrater upplagras** därför (figur 6).⁴⁷ Den totala mängden lösliga kolhydrater (TSC) är konstant enligt Tronsmo, men det sker en omvandling till lågmolekylära sockerarter (t.ex. sukros)⁴⁸. Eventuellt gäller detta under en senare fas av härdningen. Sockeranrikning sänker fryspunkten samt skyddar cellmembranets proteiner. TSC-halten har troligen betydelse under vissa faser av härdningen⁴⁹, och det finns ett samband mellan frystolerans och TSC-halten i rötter och blad⁵⁰. Vintervila innebär också att **hormonbalansen** ändras, så att den tillväxthämmande abskisinsyran ökar och tillväxtstimulerande gibberelliner minskar i mängd⁵¹. Abskisinsyra har troligen en avgörande betydelse eftersom den sätter igång produktion av proteiner som är viktiga för härdning⁵². Vidare ökar cellmembranets **genomsläpplighet** för att vatten ska kunna transporteras ut⁵³. **Fritt vatten** i cellen minskar också då det binds till proteiner. Mängden proteiner och fetter i cellen ökar, och verkar som **skyddssubstanser**. Särskilt i tillväxtpunkten ökar mängden aminosyror⁵⁴.



Figur 6. Hur fotosyntesprodukterna används i växten före respektive efter härdningen påbörjats. Staplarnas längd motsvarar totala mängden kolhydrat bildat i fotosyntesen (efter Levitt, 1980).

Temperaturer under 0 °C (vanligen -2-3 °C) sätter igång det andra steget, vilket framförallt innebär dehydrering (minskning av fritt vatten) av cellen. Kolhydratanrikningen har nu nått maximum och fotosyntesen upphör. **Dehydrering** sker genom att vatten transporteras ut ur cellen eller genom att vattnet binds till partiklar i cellen.⁵⁵ **Cellplasmans tolerans** mot dehydreringen ökar. Ett tredje steg nämns också i litteraturen⁵⁶. Detta innebär att frystorkning orsakar en ytterligare dehydrering av cellen.

Utanför konceptet med de två eller tre stegen beskriver Levitt⁵⁷ några ytterligare förändringar. Andelen **omättade fetter** i membranet ökar så att dess övergång från flytande till fast form ska fördröjas. En **reducerande miljö** och mer **hydrofoba (vattenavstötande) proteiner** hindrar kemiska reaktioner som förstör membranet. Figur 7 sammanfattar växtens anpassningar till kyla enligt Levitt.

⁴⁶ Kacperska (1989); Pulli (1986); Levitt (1980)

⁴⁷ Levitt (1980)

⁴⁸ Tronsmo (1993)

⁴⁹ Welterlen & Watschke (1982)

⁵⁰ Smith & Kaurin (1989)

⁵¹ Levitt (1980)

⁵² M. Nylander (pers. medd., 1996)

⁵³ Smith & Kaurin (1989)

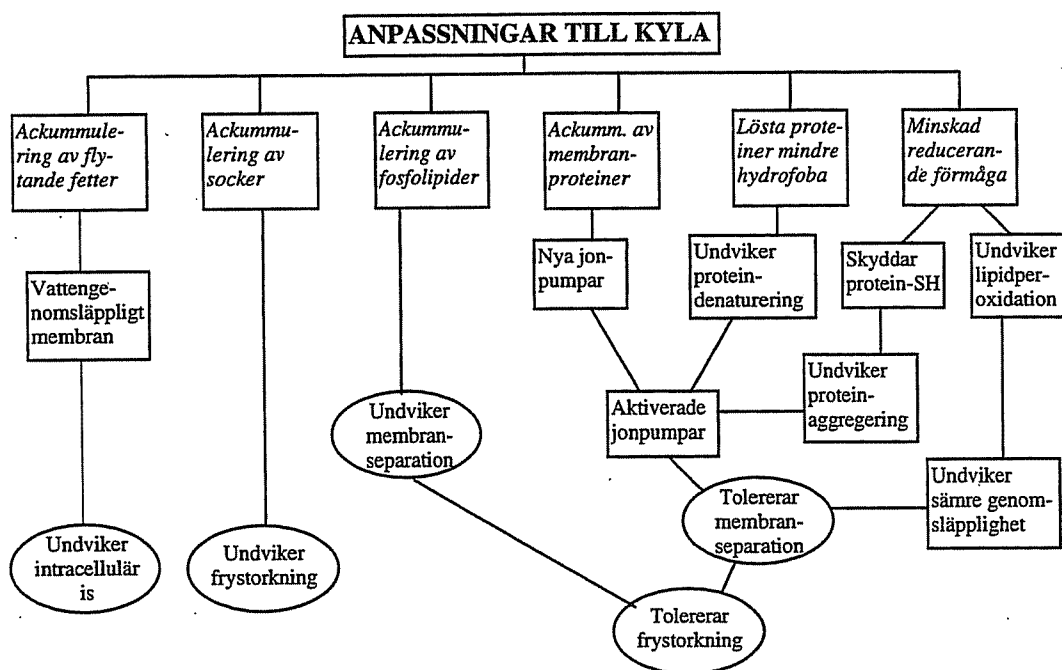
⁵⁴ Gatschet *et al.* (1994); Watschke (1981)

⁵⁵ Smith & Kaurin (1989)

⁵⁶ Kacperska (1989); Pulli (1986)

⁵⁷ Levitt (1980)

När det gäller tolerans mot svampangrepp menar Tronsmo⁵⁸ att det kan bero på att växten bildar kitinas, ett enzym som bryter ner svamparnas cellväggar (gäller *Asco*- och *Basidiomycotina*). En tidigare svampinfektion kan medföra resistens mot senare angrepp.



Figur 7. Cellens anpassningar till kyla (efter Levitt, 1980).

Hur hårdigheten bryts

Hårdigheten kan brytas långsamt eller plötsligt. Generellt går det mycket långsammare att uppnå hårdighet än att bryta den⁵⁹. När tjälen är permanent och lufttemperaturen under noll är växtens hårdighet oftast maximal⁶⁰. I tempererat klimat är detta vanligen sent i december till tidigt i januari. Motsvarande är växten mest utsatt på senhösten eller tidigt på våren, då hårdighet inte uppnåtts respektive brutits.⁶¹ Eftersom växten respirerar till en liten del (i tillväxtpunkten⁶²) även vid temperaturer under 0 °C avtar hårdigheten gradvis (figur 8)⁶³. Men det finns också flera faktorer som kan göra att den bryts i förtid. Det sker framförallt av perioder med **varmare väder**. Eftersom växtens vilotillstånd inte blir fullständigt kan den börja växa om det blir plusgrader, och därmed förlora hårdighet⁶⁴. **Cykler av kyla och tö** försämrar hårdigheten menar Fuller⁶⁵, men en varm dag kan motverkas av en kall natt. Troligen finns det ett förhållande mellan värme och kyla under dygnet, som avgör huruvida

⁵⁸ Tronsmo (1983)

⁵⁹ Guy (1990); Gay & Eagles (1991)

⁶⁰ Watschke (1981)

⁶¹ DiPaola & Beard (1992); Beard (1969b)

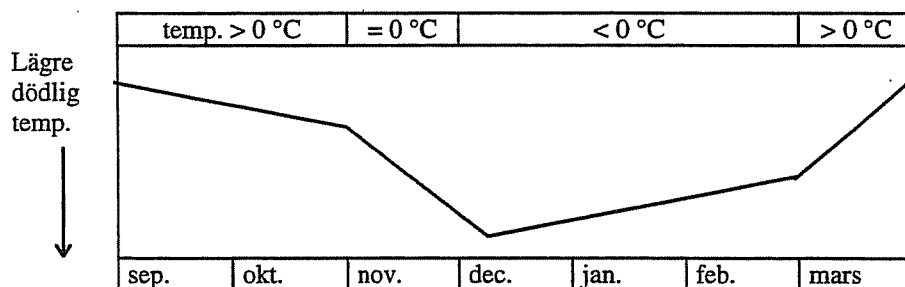
⁶² Watschke (1981)

⁶³ Smith & Kaurin (1989)

⁶⁴ Smith & Kaurin (1988)

⁶⁵ Fuller (1980)

hårdningen bryts eller inte. Om tövädret medför stående vatten kan växten öka sin vattenhalt och därmed bli känsligare⁶⁶. Snötäcke isolerar och skyddar mot temperaturväxlingar, och kan göra att växten behåller hårdigheten längre. Om snötäcket ligger tillräckligt länge drabbas emellertid växten av **reservnäringsutarmning** och kan då förlora hårdighet.⁶⁷ **Långa perioder av köld** kan också vara negativt. Torkstressade växter förlorar sin hårdighet långsammare samt kan ha lättare att återfå förlorad hårdighet på våren. Generellt gäller att växten inte i kan återuppnå bruten hårdighet i lika hög grad som tidigare. Viss hårdighet återfås dock om temperaturen blir fördelaktig.⁶⁸



Figur 8. Hur köldhårdigheten förändras under den kalla delen av året. Linjen visar hur temperaturen vid vilken växten dör sjunker och stiger. Temperaturerna överst motsvarar omgivningen (efter Kacperska, 1989).

Hårdighet i olika växtdelar

Av växtens olika delar är det rötter och rhizom (eller stoloner) som är känsligast. Vatteninnehållet är avgörande. Det råder delade meningar om huruvida bladen eller tillväxtpunkten är tåligast. Bladen är tåligast enligt Gusta *et al.*, men eftersom de sitter mer utsatt räknar Fuller dem som känsligare. Rajashekar *et al.* menar att hårdningen går fortare i bladen men att de slutligen har samma hårdighet som tillväxtpunkten.⁶⁹

SKADOR OCH DERAS UPPKOMST

Växten utsätts under vintern för påfrestningar som kan medföra olika typer av skador. I det här avsnittet delas skadorna upp utifrån olika orsaker och verkningssätt; skador av svampar, mekaniska skador och fysiologiska skador. Svampangrepp behandlas separat eftersom det är en så pass viktig och avgränsad skadegörare, även om dess skadeverkan är fysiologisk.

Olika delar av Norden drabbas av olika typer av skador. Hur allvarliga de är varierar också. Skadornas relativa betydelse beror av orsaker såsom plats, sorter, hårdighet, växtnäringsstatus, och vinterns karaktär⁷⁰. Generellt är det torka, köld, trafik och svamp som är de vanligaste skadeorsakerna menar Beard. Grönytegräs i det subarktiska området skadas på vintern framförallt av svamp, och till en mindre del av köld och uttorkning⁷¹. Is- och vattenskadorna är

⁶⁶ Beard (1964b)

⁶⁷ Fuller (1980)

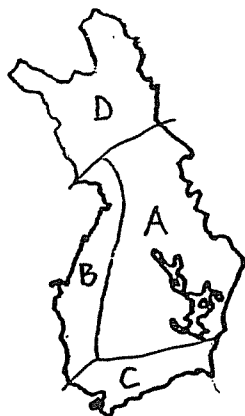
⁶⁸ Gusta *et al.* (1980); Guy (1990)

⁶⁹ Gusta *et al.* (1980); Burke *et al.* (1976); Fuller (1980); Laidlaw & Berrie (1977); Rajashekar *et al.* (1983)

⁷⁰ Beard (1964a); Beard (1982)

⁷¹ Sparrow & Wooding (1978)

de vanligaste i Norden, bortsett från Danmark, som har mest frysskador, menar Guðleifsson⁷², men avser då framförallt vall. Svamp är ett stort problem i Danmark⁷³. Dahlsson⁷⁴ anger svamp vara en sammantaget viktigare skadeorsak än is och vatten i Sverige. Dock kan is- och vattenskador lokalt, och vissa år, vara ett stort problem. I norra Sverige är istäcke vanligt och förödande⁷⁵. I nordvästra Norge är istäcke allvarigast (avser vall)⁷⁶. Finland kännetecknas av ett snötäcke som, förutom i kustregionerna, är långvarigt och djupt⁷⁷. Ravanti och Miettinen⁷⁸ har delat landet i fyra områden utifrån vinterskador på vall (figur 9).



Figur 9. Vinterskadornas utbredning i Finland. A: ibland vatten- eller istäcke och frost, B: ofta vatten- eller istäcke och frost, C: ganska ofta vatten- eller istäcke och frost, D: svamp och utarmning (efter Ravanti och Miettinen, 1988).

Svampangrepp

De utvintringssvampar som är betydelsefulla på golfgreener i Norden är snömögel (*Fusarium nivale*), trädklubba (*Typhula incarnata*/*Typhula ishikariensis*) och gräsröta (*Sclerotinia borealis*). En mängd olika namn på svamparna och de skador de ger förekommer, såväl inom som mellan olika språk. Inte bara trivialnamn utan även latinska namn varierar (tabell 5). Svamparna förekommer på olika ställen i Norden. *Fusarium nivale* har störst betydelse i de sydliga delarna, *Typhula incarnata* något längre norrut och *Typhula ishikariensis* samt *Sclerotinia borealis* i de nordligaste delarna⁷⁹. *Sclerotinia borealis* är den allvarigaste utvintringssvampen i Alaska, rapporterar Sparrow och Wooding⁸⁰. *Coprinus psychromorbidus*, "cottony snow mould" eller LTB, nämns som en utvintringssvamp. Den sägs vara begränsad till Canada och Alaska, men troligen förekommer den på fler platser menar Smith.⁸¹

⁷² Guðleifsson (1988)

⁷³ V. Dissing (pers. medd., 1996)

⁷⁴ Dahlsson (1988)

⁷⁵ B. Israelsson (pers. medd., 1996)

⁷⁶ Tronsmo & Svendsen (1988)

⁷⁷ Ylimäki (1962)

⁷⁸ Ravanti & Miettinen (1988)

⁷⁹ Jönsson & Nilsson (1983); Lebeau & Logsdon (1958)

⁸⁰ Sparrow & Wooding (1978)

⁸¹ Smith (1989)

Nomenklatur och taxonomi

Namnen på svamparna och de sjukdomar de orsakar varierar naturligtvis mellan olika språk. Men det kan också finnas flera namn inom ett språk. Framför allt förekommer olika namngivning inom latinet, svamparnas vetenskapliga namn. Detta kan till exempel bero på att man har konstaterat släktskap mellan arter och därför måst anpassa namnen efter detta. Vanligen finns det ett namn som är det mest använda och giltiga, men "språkförbistring" kan förekomma, och i äldre skrifter används äldre namn. Det är därför bra att känna till olika namn (tabell 5). De med fet stil markerade namnen är de som genomgående kommer att användas i denna skrift. Den första delen av namnet (släktnamnet) förkortas också till en bokstav.

Tabell 5. Namn på utvintringssvamparna och de sjukdomar de orsakar⁸².

Latin	<i>Fusarium nivale</i> (Fr.) <i>Gerlachia nivalis</i> <i>Microdochium nivale</i> <i>Calonectria graminicola</i> <i>Monographella nivalis</i> <i>Calonectria nivalis</i> <i>Gripsosphaeria nivalis</i> <i>Micronectriella nivalis</i> <i>Nectria graminicola</i> <i>Sphaerulina divergens</i> <i>Monographella divergens</i> <i>Lanosa nivalis</i>	<i>Typhula</i> spp., d.v.s. <i>arterna</i> <i>Typhula incarnata</i> (Lash ex Fries) <i>Typhula itoana</i> och <i>Typhula ishikariensis</i> var. <i>ishikariensis</i> var. <i>idahoensis</i> var. <i>canadensis</i>	<i>Sclerotinia borealis</i> (Bubák & Vleugel) <i>Myriosclerotinia borealis</i> (Bubák & Vleugel)
Svenska	Snömögel	Trådklubba	Gräsröta
Engelska	Microdochium patch (utan snötäcke) Pink snow mould (med snötäcke)	Typhula blight (<i>T. incarnata</i>) Grey snow mould (<i>T. incarnata</i>) Spreckled snow mould (<i>T. ishikariensis</i>)	Nordisk gräsröta Snow scald Sclerotinia snow mould
Norska	Snømugg	Hvit grastrådkølle (<i>T. ishikariensis</i>) Rød grastrådkølle (<i>T. incarnata</i>)	Stor grasknollsopp
Finska	Lumihome		Pohjanpahasieni
Danska	Sneskimmel	Trådkøllesvamp	Græsknoldbægersvamp

Växtriket, som ju svamparna tillhör, är indelat i grupperingar på olika nivåer. Dessa baseras i första hand på släktskap. Indelningen - taxonomin - säger mycket om vilka svampar som har liknande livsformer. Golfgräsets utvintringssvampar tillhör så kallade "högre svampar". Något förenklat är deras vidare tillhörighet såsom följer⁸³. *Fusarium* hör till *Deuteromycotina* liksom alla de svampar som inte har någon känd sexuell förökning. De ingår i *Hyphomycetes* eftersom dess sporer produceras på hyfer fritt i luften. *Typhula* producerar sporer på ett klubbliknande basidium och tillhör *Basidiomycotina*. På grund av basidiets utseende ingår de i *Hymenomycetes*. Det finns två *Typhula*-arter som är betydelsefulla i golfgräs, *T. incarnata* och *T. ishikariensis*. Av den senare har man funnit tre underarter (varieteter), var. *canadensis*, var. *idahoensis* och var. *ishikariensis*.⁸⁴ *Sclerotinia* ingår i *Ascomycotina*, svampar som producerar sporer i en "säck" (ascus). Av dessa svampar är de *Discomycetes*, d.v.s. asci produceras på ett skålformat apotecium.

⁸² Årsvoll & Smith (1983); Smith (1989); Meiners (1955); Tronsmo (1993)

⁸³ Agrios (1988)

⁸⁴ Årsvoll & Smith (1978)

Skadorna

För att ett svampangrepp ska utvecklas krävs tre faktorer: en mottaglig värd, en aktiv parasit och ett lämligt mikroklimat (särskilt temperatur och fuktighet)⁸⁵. Ett svampangrepp på en växt sker i tre steg. Svampen inokulerar, d.v.s. kommer i kontakt med växten, penetrerar växtens yta och infekterar slutligen (efter en inkubationstid), dels genom att tillväxa med mycel och dels reproducera sig inuti växten. De typer av svampar som ger vinterskador utsöndrar substrat som dödar cellen innan hyfen växer in⁸⁶. Växten skadas eller dör därför att svampens tillväxt hämmar eller förstör olika fysiologiska funktioner i växten. **Fotosyntesen** hämmas helt enkelt därför att bladen dötar, eller tidigare på grund av att svampen gjort att mängden klorofyll minskat och att stomata hålls stängda. **Transporten** av näring och vatten hindras då svampen kan påverka upptaget vid rötterna, transporten i xylem och floem samt transpirationen. **Respirationen** ökar hos en infekterad växt, vilket innebär att reservnäringskolhydrater konsumeras och vattenbehovet ökar. **Cellmembranets** genomsläpplighet kan förändras, så att ett okontrollerat flöde kan ske in och ut ur cellen. Störd **genexpression**, d.v.s. cellens produktion av ämnen för tillväxt, ger negativa förändringar i cellens struktur och funktioner.⁸⁷ Om svampen får verka så länge att tillväxtpunkten hinner skadas dör plantan. Skador endast på bladvävnad kan den återhämta sig från.⁸⁸

Hur syns då detta på utsidan av växten? *F. nivale* kan upptäckas redan på hösten som 3-10 cm stora fläckar med tydligt mycel. Den kan också tillväxa under snö på otjälad mark. På våren syns den som vattniga rödbruna, sedan blekta vitgråa fläckar, från några centimeter till flera decimeter (max 4 dm) i diameter. Under svårare angrepp kan fläckarna växa samman och täcka stora ytor. Vid gynnsamma förhållanden växer mycelet i luften ovanför gräset, gör att detta klibbar ihop och att svampen kan fortsätta att växa under detta även då klimatet blivit torrare. Solljuset kan göra att svampen får en rosa ton, som syns bäst tidigt på morgonen. Smith beskriver en skillnad mellan "microdocium patch" och "pink snow mould". Den förra uppstår där det saknas ett permanent snötäcke. Den senare syns då snön smält.⁸⁹

Typhula spp. verkar i området där snön just smält eller håller på att smälta. Vita eller gråvita mer eller mindre cirkulära fläckar uppstår. Fläckarna blir maximalt 6 dm men tillsammans kan de bilda områden som är upp till närmare en meter i diameter. Senare kan gräset klibba ihop och täckas av mycel med mängder av bruna eller svarta sklerotier. Svampen blir då blågrå till svart. Det förekommer också att en silveraktig skorpa bildas över det angripna gräset. Symptomen på de olika *Typhula*-arterna är mycket lika. *T. incarnata* har dock ibland röda eller rosa sklerotier, vilket *T. ishikariensis* aldrig har. Underarterna skiljs också åt utifrån sklerotierna.⁹⁰ *T. incarnata* tillsammans med smuts från snön ger ett gråaktigt intryck, därav namnet "grey snow mould".⁹¹

S. borealis visar sig efter snösmältningen som ljusa fläckar av döda eller skadade plantor, med rutten tillväxtpunkt. Fläckarna blir först gråa och senare vita, täckta av ett glest gråvitt mycel, ojämna och högst 2 dm i diameter. Svampen bildar sklerotier som är 2-8×1-4 mm, med

⁸⁵ Beard (1982)

⁸⁶ Smith (1951); Beard (1982)

⁸⁷ Agrios (1988)

⁸⁸ Mazur (1971)

⁸⁹ Dahl (1933); Meiners (1955); Beard (1982); Smith *et al.* (1989)

⁹⁰ Shurtleff *et al.* (1987); Beard (1982); Lebeau & Logsdon (1958); Smith *et al.* (1989)

⁹¹ Jackson & Fenstermacher (1969)

varierande form och först gråvita men senare svarta. Svampen växer bäst på otjälad, sur mark, särskilt mulljord.⁹² *S. borealis* kan vara svår att skilja från *T. ishkariensis* var. *idahoensis*, menar Lebeau & Logsdon. Isolering (d.v.s odling i laboratorium) kan vara nödvändig⁹³.

Svampar kan identifieras genom att man odlar upp dem på lämpligt medium och studerar dem i förstoring. För en ordentlig svampdiagnos rekommenderar Beard att ta in en plugg från gränsen mellan friskt och angripet gräs. Denna undersöks i lupp eller stereolupp och symptom, arter, miljöförhållanden och tidigare skötsel noteras. Nyare skador är lättast att diagnosticera.⁹⁴

F. nivale är ofta den mest förödande av utvintringssvampar på de ställen där permanent snötäcke saknas⁹⁵. *T. incarnata* ger normalt angrepp som gräset helt kan återhämta sig från under sommaren. *T. ishkariensis* däremot medför ofta att plantorna dör.⁹⁶ För att *S. borealis* ska ge ett allvarligt sjukdomsangrepp krävs ett långvarigt snötäcke så att växtens näringsreserver utarmas⁹⁷.

Svamparnas livscyklar

Svampar som lever på golfgräs har tillgång till sin värd året om. Ändå parasiterar de på gräset endast under den kalla årstiden. De har alltså en särskild form i vilken de överlever sommaren. Liksom alla andra organismer måste de även ha metoder för att sprida sig längre sträckor. Dessa arrangemang bildar svampens livscykel.

F. nivale kan leva på en mängd arter inom familjen *Poaceae* (gräs). Mycelet sprider sig på sin värd längs bladens utsida. Ett lämpligt klimat är därför mycket viktigt. Genom klyvöppningarna går svampen in, breder ut sig allteftersom celler dör, och går sedan in i växtens ledningsvävnad. Under sommarhalvåret lever svampen inaktiv som mycel i växten, i dött material eller i jorden. Då klimatet åter blir gynnsamt producerar svampen sporer (makrokonidier). Dessa sprids i luft eller vatten, t.ex. med maskiner eller skosulor. Då de träffar ett blad kan de åter infektera genom klyvöppningarna.⁹⁸

Typhula spp. angriper gräsmattegräs, perenna vallgräs och höstsäd⁹⁹. Svampen tillbringar sommaren i vila, som sklerotier på, eller inbäddade i värdplantans blad eller i markytans mull. Då förhållandena blir kalla och fuktiga, t.ex. efter att den första höstsnön smält, växer så kallade sporokarper ut ur sklerotierna. Sklerotierna kan gro redan på hösten även om symptom inte syns förrän på våren¹⁰⁰. Sporokarperna är klubblika, upp till 20 mm höga och rosa till gråvita. På dessa produceras basidiosporer. Även hyfer kan växa ut ur sklerotierna. Med dessa sporer eller hyfer kan svampen infektera sin värd igen.¹⁰¹ Svampen återkommer på samma ställe påföljande år¹⁰².

⁹² Årsvoll & Smith (1983); Lebeau & Logsdon (1958); Beard (1982)

⁹³ Lebeau & Logsdon (1958)

⁹⁴ Beard (1982)

⁹⁵ Smith *et al.* (1989)

⁹⁶ Vestman & Johnsson (1983)

⁹⁷ Smith (1992)

⁹⁸ Dahl (1933); Agrios (1988); Shurtleff *et al.* (1987)

⁹⁹ Smith (1989)

¹⁰⁰ Meiners (1955)

¹⁰¹ Shurtleff *et al.* (1987)

¹⁰² Meiners (1955)

S. borealis har förutom gräsmattegräs även perenna vallgräs och höstsäd som värdar¹⁰³. Svampen bildar sklerotier. I detta vilstadium ligger den på marken under sommaren. Sklerotierna kan överleva flera år begravda i jorden. När vädret blir svalare och fuktigare, såsom under senhösten gror sklerotierna. Apotecier som kan vara upp till 6 mm höga och 6 mm i diameter växer upp och i dessa produceras asci - "säckar" - med sporer som sprids ut. Från sporer växer sedan mycel ut och infekterar gräset. Sporer är den huvudsakliga smittkällan, men mycel kan även växa ut direkt från sklerotierna.¹⁰⁴ Det råder delade meningar om huruvida det är sklerotier eller mycel som är den huvudsakliga smittkällan. Likaså är det ovisst om svampen växer bäst på tjälad eller ofrusen mark.¹⁰⁵

Klimatets verkan på svampen

Klimatförhållandena har stor betydelse för svampens överlevnad. Det långsiktiga makroklimatet sätter upp geografiska gränser för svamparnas utbredning. Kortsiktigt innebär väderförhållandena olika möjligheter för svampen att tillväxa och angripa växterna.¹⁰⁶ Vädret i kombination med topografiskt läge, markförhållanden etc. skapar det mikroklimat som ytterst påverkar svampen.

Snötäckets varaktighet bestämmer i stora drag utvintringssvamparnas utbredning. *F. nivale* finns i omåden med kortvarigt eller inget snötäcke alls. *T. incarnata* kräver minst tre månader av snö och *T. ishikariensis* fyra. De gynnas av mildare respektive kallare klimat, men kan också förekomma på samma ställe i komplex¹⁰⁷. *S. borealis* finns där snötäcket varar minst 5-6 månader.¹⁰⁸ (Figur 2.)

Temperaturen är en begränsande faktor för svamparna (figur 10). Den avgör om tillväxt ska ske. **Humiditet (luftfuktighet)** är också av stor betydelse, t.ex. då sporer eller sklerotier ska gro. Fuktigheten har en gynnande inverkan och bestämmer i vilken omfattning angreppet ska utvecklas. En olämplig topografi kan göra att fuktig luft stannar i fickor så att mikroklimatet gynnar svampar.¹⁰⁹ Snötäcke på otjälad mark ger ett stabilt mikroklimat med hög humiditet. Det är betydelsefullt för svampens möjligheter att angripa, men inte helt nödvändigt.¹¹⁰ Skadorna blir allvarligast, menar Gossen och Smith, om svampen växer på otjälad snötäckt mark. Men generellt gäller att tillväxt kan ske när som helst då det är låg temperatur, låg ljusintensitet och hög humiditet.¹¹¹

¹⁰³ Smith *et al.* (1989)

¹⁰⁴ Årsvoll & Smith (1983); Agrios (1988)

¹⁰⁵ Smith (1989)

¹⁰⁶ Altman (1971)

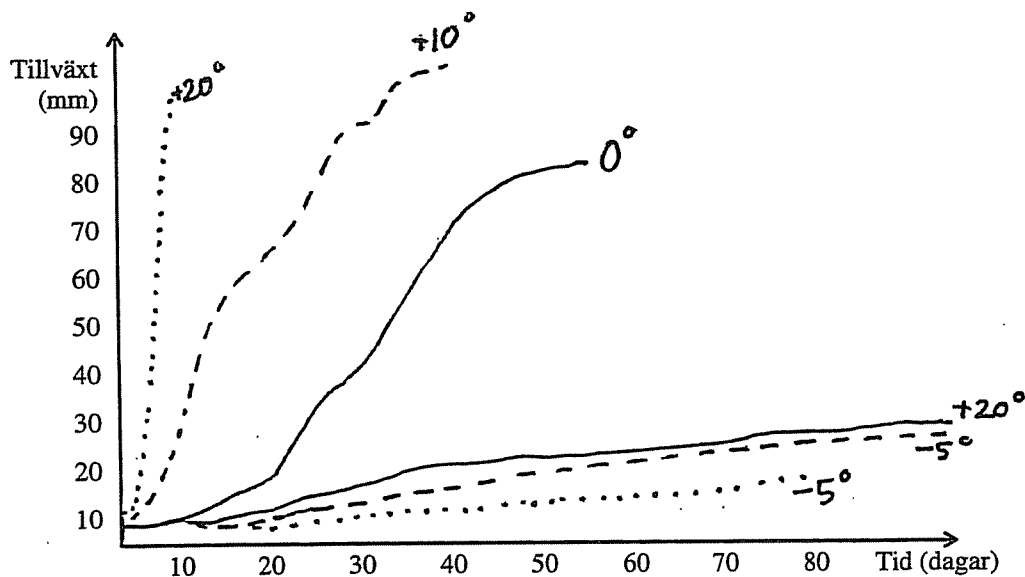
¹⁰⁷ Smith (1992)

¹⁰⁸ Årsvoll (1973)

¹⁰⁹ Altman (1971)

¹¹⁰ Ylimäki (1962); Fuller (1980)

¹¹¹ Gossen & Smith (1990)



Figur 10. Utvintringssvamparnas bästa respektive sämsta tillväxthastighet vid temperaturer mellan -5 °C och 22,5 °C. *S. borealis* motsvaras av heldragen linje, *T. incarnata* av streckad och *F. nivale* av prickad (efter Ekstrand, 1955).

Om gräset är långt och ihopklipbat kan det i sig ge ett för svampen fördelaktigt mikroklimat¹¹². Skötselåtgärder som ger ett svampgynnande mikroklimat är t.ex. bevattning. Madison *et al.* såg att *F. nivale*-angreppen ökade vid morgonbevattning. Man tror att det beror på antingen att vattnet ger en marktemperatur som gynnar svamp¹¹³ tillväxt eller att svampen sprids mer med morgonaktiviteter såsom klippning om det är blött.¹¹⁴ Guttationsdroppar är en bra miljö för svampsporer. Guttation är vattendroppar i bladspetsarna som bildas vid hög mark- och luftfuktighet, då transpirationen är begränsad. Detta kan också bildas efter klippning.¹¹⁵

Växtens mottaglighet

En växt kan vara mer eller mindre lättangripen eller attraktiv för svamp. Ett långvarigt snötäcke kan på grund av syrebrist medföra att proteiner och kolhydrater i växten bryts ner så att den blir mer mottaglig för svamp¹¹⁶. Växten är då försvagad. En skadad växt är också mer lättangripen.¹¹⁷ En växt som står i skugga alstrar mindre energi eftersom ljusintensiteten är låg. Detta kan medföra en outvecklad cellvägg och tunnare kutikula och därmed en sämre fysisk barriär mot patogener.¹¹⁸ En miljö av låg ljusintensitet, låg temperatur och hög humiditet ger fina, saftiga skott och en växt som är mer mottaglig¹¹⁹. Härdningsprocessen är central för växtens försvar mot vintersvampar¹²⁰.

¹¹² Mazur (1971)

¹¹³ Madison *et al.* (1960)

¹¹⁴ Smith *et al.* (1989)

¹¹⁵ Ylimäki (1962); Abramashvili (1989)

¹¹⁶ Jackson & Fenstermacher (1969)

¹¹⁷ Altman (1971)

¹¹⁸ Beard (1982)

¹¹⁹ Tronsmo (1984)

Det finns flera skötselåtgärder som gynnar greenen men samtidigt också gynnar svampen eftersom växten försvagas. Kvävegödsling är en av de mest betydelsefulla av sådana faktorer. Att kväve är negativt har flera forskare (och praktiker) visat¹²⁰. Den dåliga inverkan av kombinationen högt kväve- och lågt kaliuminnehåll i växten förklaras av Goss och Gould med att det bildas kväveföreningar (t.ex. nitrat) och socker som inte utnyttjas av växten men är ett bra medium för *F. nivale*. Kväve ger saftig vävnad och det bildas ämnen i växten, som är bra substrat¹²¹.

Mekaniska skador

Mekaniska skador innebär att växten krossas eller slits sönder av någon yttre faktor. På greenen kan detta vara tramp, maskiner, fordon eller dylikt. Dessa sammanfattas här i ordet trafik.

Slitage

Spel och skötsel medför slitage. I samband med att växten delvis är frusen eller är i vila är detta särskilt allvarligt.¹²² Växten krossas då rent mekaniskt. Skadan gör att växten transpirerar och senare dör av näringsutarmning - eftersom den inte fotosyntetiserar under viloperioden - eller uttorkning. Det förekommer också att det övre jordlagret rör sig i sidled på underliggande tjälad jord, så att växrötterna slits av. Risken för detta är störst på siltjordar med dålig dränering¹²³. Indirekt kan gräs täckt av snöslask skadas av trafik. Vatten/isblandningen föses in mot tillväxtpunkten, som därmed riskerar att dö av kyla. Detsamma gäller då snö packas runt växten.

Symptomen blir olika beroende på förhållandena då gräset trafikerats. Mekanisk skada på frusna blad visar sig som upprätta och vita eller ljusbruna blad i fot- eller hjulspåren. Gräs som skadats av snöslask och trafik blir vattniga, vitbruna, ihopklibbade och ligger ner. Även denna skada visar sig i spår.¹²⁴

Fint gräs är känsligast.¹²⁵ Det är under växtens viloperiod som slitage ger allvarligast skador. På våren kan en växt som börjat ta upp vatten drabbas av kyla och extracellulär isbildning under natten. Den blir då mycket känslig för trafik.¹²⁶

Uppfrysning

Uppfrysningens betydelse bland vinterskador på greener är liten. Framförallt sker den i samband med dålig etablering på hösten.¹²⁷ Mindre och svagare plantor är speciellt utsatta.

¹²⁰ Gossen & Smith (1990); Madison *et al.* (1960)

¹²¹ Goss & Gould (1967); Goss (1969)

¹²² Carrow & Petrovic (1992)

¹²³ I. Karlsson (pers.medd., 1996)

¹²⁴ Mazur (1971); Beard(1982)

¹²⁵ Fuller (1980)

¹²⁶ Watschke (1981)

¹²⁷ Beard (1982); Karlsson (1988)

Uppfrysning är särskilt allvarlig hos arter som normalt har tillväxtpunkten skyddad under markytan¹²⁸. Sandjord ger ingen uppfrysning utan det är mjälajordar som kan medföra detta¹²⁹. Det gäller också jord med hög mullhalt eller då mullhalten i ytan är hög (thatchlager tjockare än 15 mm)¹³⁰.

Risk för uppfrysning finns under förhållanden då mark innehåller mycket vatten. Då vattnet fryser hävs växterna upp samtidigt som deras rötter är fastfrusna. Detta innebär en avslitning av rötterna, samt att plantans tillväxtpunkt blir mer utsatt för kyla. Plantan dör vanligen av uttorkande vind eller av att tillväxtpunkten får ett utsatt läge och frysskadas¹³¹. Skadade växter blir ljusbruna och man kan se de avslitna rötterna¹³².

Fysiologiska skador

Med fysiologiska skador avses de skador som sker på cellnivå under yttre påverkan. Kyla är den överskuggande faktorn, men det är till stor del kombinationer av kyla och is (isbränna), snö eller vatten som orsakar skador. Is- och vattensskador (inklusive uppfrysning), menar Guðleifson¹³³, är den viktigaste skadeorsaken på gräsmarker i Norden, undantaget Danmark, där köldskador är vanligast. Här delas skadorna upp på **frysskador**; som orsakas av kyla, **kvävningsskador**; av brist på luftcirkulation, **reservnäringsutarmning**; av långa perioder med konsumtion av reservnärning, och **torkskador**; av vattenbrist. Det kan vara svårt att skilja de olika skadorna åt. Undantaget torkskador hänger skadeorsakerna ofta ihop. Det kan vara flera skador som är aktuella, eller också är de en följd av varandra. Till exempel ger ett tätt istäcke kvävningsskador¹³⁴ (mer om detta längre fram). Men orsaken till död kan också vara att växten tagit upp vatten innan isen frös till, och därför dör av kylan¹³⁵. Vidare kan långvarigt dåliga ljusförhållanden (såsom under ett is eller is- och snötäcke) utarma växtens näringsreserver. Det är svårare att ställa diagnos på is- och vattensskador än svampskador. Samtidigt menar Dahlsson att det kan vara svårt att skilja på samtliga av dessa skadtyper. En annan orsak till svårigheter är just att flera olika stressfaktorer kan ha orsakat skadan.¹³⁶

Frysskador

Kyla är en stressfaktor för växten. Flera mekanismer är kända, men DiPaola och Beard¹³⁷ menar att vi ännu bara är i början av att förstå vad som händer inuti växten då den skadas av kyla. Frysskador (eng. freezing injury, freezing eller low-temperature injury) orsakas av den is som bildas då vatten fryser i växten. De är således aktuella tidigast vid temperaturer under 0 °C.¹³⁸ Under goda förhållanden klarar grönytegräs ner till omkring -25 °C, men en planta som inte är härdad dör redan vid -1 till -3 °C¹³⁹. Det är dock viktigt att notera att

¹²⁸ Burke *et al.* (1976)

¹²⁹ Karlsson (1988)

¹³⁰ Mazur (1971)

¹³¹ Fuller (1980)

¹³² Beard (1982)

¹³³ Guðleifson (1988)

¹³⁴ Dahlsson (1987)

¹³⁵ Beard (1969b)

¹³⁶ Beard (1982); Smith & Kaurin (1988); Dahlsson (1988)

¹³⁷ DiPaola & Beard (1992)

¹³⁸ Mohr & Shopfer (1995)

¹³⁹ Burke *et al.* (1976); Jones (1992)

laboratorievärden inte alltid motsvarar resultatet i fält¹⁴⁰. (Temperaturer mellan 0 och 14 °C kan ge skador på växter, *köldskador* (eng. chilling injury). Dessa drabbar emellertid endast tropiska och subtropiska arter¹⁴¹ och inte de gräsarter som odlas på greener i Norden.)

En bra härdning är grundläggande för växtens möjligheter att undvika frysskador. Skador uppstår ofta på hösten innan växten härdats eller på våren då den mist härdighet. Men olika förhållanden runt växten påverkar hur den faktiskt drabbas av en viss temperatur. Tidig **höstfrost** eller frost efter en lång varm höst är förödande eftersom växten då inte hunnit härdas. Kombinationen **uppfrysning och kyla** kan vara allvarlig eftersom växten då är mer utsatt. Kyla drabbar också värre då växten är täckt av **vatten, is eller snö**¹⁴². Packad jord som har dålig dränering innebär risk för att växten blir vattentäckt¹⁴³. Hög vattenhalt, framförallt i tillväxtpunkten, gör växten känsligare eftersom detta ökar risken för isbildning¹⁴⁴. Samtidigt menar Altman att torr jord gör att temperaturen sjunker fortare och lägre, så att frysskada kan uppstå¹⁴⁵. **Frost och tö** i cykler amplifierar skadeverkan av kyla eftersom växten kan ha fått en mindre skada vid tidigare köldknäpp¹⁴⁶. Tö i mer än fyra timmar som följs av en köldknäpp med mindre än -4 °C ger allvarliga skador¹⁴⁷. **Hastigt sjunkande temperatur** kan ge större skador då växten inte hinner transportera undan vatten från sina vävnader. **Tidig snösmältning** på våren exponerar växten för kyla, samtidigt som den är försvagad av utarmade näringsförråd. Samma risk finns då snö saknas eller har blåst bort¹⁴⁸. **Stor skillnad mellan dag- och natterperatur** kan göra att växten skadas av nattkylan eftersom växtens vattenhalt ökat under dagen¹⁴⁹. **Trafik** på snö eller snöslask kan göra att vattenhalten ökar av den snö som föses eller packas ihop mot växten¹⁵⁰. **Bevattnings** tidigt på våren följt av en köldknäpp kan vara förödande¹⁵¹. Nus och Shashikumar har sett att **svampangrepp** påverkat frosthärdigheten negativt hos bermudagräs. Detta kan bero på att svampen försämrar växtcellens förmåga att underkyla.¹⁵²

Problemet med istäcke har studerats ingående i flera försök av Beard¹⁵³. Ett snötäcke (inte alltför långvarigt) ger inga skador. Ganska illa är ett lager is som fryser till vid ett tillfälle eller om växten står i vatten med temperatur strax ovanför fryspunkten. Den allvarligaste situationen är dock då is fryser lager på lager eller om växten står i vatten eller snöslask en tid före infrysningen. Värst är packat snöslask efter som växtens vattenhalt då ökar och det inte finns några isolerande luftfickor. Beard menar att dessa resultat visar betydelsen av växtens vattenhalt och att växten under is dör av kyla snarare än kvävning. Rödven (*A. tenuis*) och krypven (*A. stolonifera*) har klarat 45-120 dagar under is i -4 °C. I laboratorieförsök klarade härdade plantor av krypven (*A. stolonifera*) 90 dagars istäcke.

Symptomen på frysskada är vattniga, brunaktiga blad som klibbar ihop och hänger ner. Snabb frysning som utbreder sig oregelbundet i växten kan ge sprängda vävnader i rötter och

¹⁴⁰ Nus & Shashikumar (1993)

¹⁴¹ Burke *et al.* (1976)

¹⁴² Mazur (1971); Fuller (1980)

¹⁴³ Carrow & Petrovic (1992)

¹⁴⁴ Beard (1963b); Gusta *et al.* (1980); Ashworth (1992)

¹⁴⁵ Altman (1971)

¹⁴⁶ Beard (1964a)

¹⁴⁷ Karlsson (1988)

¹⁴⁸ Lebeau & Logsdon (1958); Burke *et al.* (1976)

¹⁴⁹ Watschke (1981)

¹⁵⁰ Beard (1982); Mazur (1971)

¹⁵¹ Gossen & Smith (1990)

¹⁵² Nus & Shashikumar (1993)

¹⁵³ Beard (1963a); Beard (1964b); Beard (1965b); Beard (1982)

tillväxtpunkt. Plantan förblir skenbart frisk, men efter några varma vårdagar dör den av torka eftersom inga rötter bildas.¹⁵⁴ Köldstress kan konstateras i försökssammanhang på laboratorium genom att mäta ledningsförmåga i en omgivande lösning. Högre ledningsförmåga innebär större skada eftersom det från en köldskadad växt läcker ut cellsaft. Med dödlig temperatur avses oftast LT₅₀-värdet, d.v.s. den temperatur vid vilken 50 % av plantorna dött.

Frysskador beror på isbildning i växten. Den börjar vanligen extracellulärt. Is som bildas utanpå växten kan också sprida sig innåt.¹⁵⁵ Isbildningen skadar på några olika sätt.

Mekanismerna har beskrivits av Levitt, Jones samt Watschke¹⁵⁶. Figur 7 visar också dessa.

* **Mekanisk skada** av iskristallerna och deras sprängverkan. Intracellulärt är detta dödande. Extracellulärt skadas bara vissa känsliga växter.

* **Uttorkning (dehydrering)** orsakad av den uttransport från cellen som sker då vatten fryser extracellulärt. Uttorkningen skadar på minst tre sätt:

* Cellen kollapsar, d.v.s. membranet släpper från cellväggen då vattenhalten blir för låg.

* Cellinnehållet koncentreras till toxisk nivå och cellen skadas av saltstress eller lågt pH-värde.

* Proteindenaturering gör att cellmembranet förstörs. Membranskada är en vanlig följd av uttorkning men det är osäkert om det är den primära effekten.

* **Metabolismen störs** då cellmembranets genomsläpplighet ökar och näringstransporten störs.¹⁵⁷

Kvävningsskador

Ett täcke av is eller vatten tillåter ingen omsättning av gaser och inget nytillskott från luften ovanför. I en sådan miljö kan växten få kvävningsskador (eng. suffocation). Denna typ av skada är inte så vanlig enligt Beard. Mest drabbad den *P. annua*. Istäcket kan även ge allvarliga frysskador, såsom tidigare nämnts¹⁵⁸.

I områden där **snötäcket smälter** flera gånger under vintern kan ett istäcke byggas upp av det smältvatten som ej hinner rinna bort före nästa köldperiod. Genomsläpplighet beror av markegenskaper och försvåras ytterligare av tjäle.¹⁵⁹ **Brister i dränering** och luftning är negativt. Sålunda är kvävningsskador hos växter på **mull- och mjälajord** vanligare än på sandjord. Ett istäcke kan också bildas om greenen används då det är frost¹⁶⁰. En miljö av syrebrist som ger kvävningsskador kan uppstå under ett **packat snötäcke** på senvintern¹⁶¹. Ett istäcke som är poröst kan medge gasutbyte. Likaså är det positivt om ljus når växten under istäcket.¹⁶²

Kvävningsskador syns som oregelbundna ljusbruna fläckar på platser som varit täckta av vatten eller is.¹⁶³

¹⁵⁴ Beard (1963b)

¹⁵⁵ Ashworth (1992)

¹⁵⁶ Levitt (1980); Jones (1992); Watschke (1981)

¹⁵⁷ Heber (1967)

¹⁵⁸ Beard (1964b); Beard (1982); Karlsson (1988)

¹⁵⁹ Lomakka (1988)

¹⁶⁰ Fuller (1980); Guðleifsson (1988)

¹⁶¹ Ylimäki (1962)

¹⁶² Andrews (1988a)

¹⁶³ Beard (1982)

Kvävningen beror på att skadliga ämnen ackumuleras i den gastäta miljön runt växten. Då växten respirerar bildas koldioxid. Troligen är det denna gas som verkar på ett av cellens enzymer (ATPas) vilket i sin tur gör att cellmembranet förstörs och växten dör. Upptagning av kalium minskar, vilket är negativt. Det kan dock förhindras av kalcium i växten.¹⁶⁴ Även cyanid i toxiska mängder kan bildas¹⁶⁵. När det till slut blir syrebrist omvandlar växten socker till energi genom fermentation. Då bildas alkohol, vilket också kan vara negativt för växten.

Reservnäringstarmning

Respiration innebär att syrgas och kolhydrater omvandlas till energi och koldioxid. Om detta sker i för stor utsträckning, utan att fotosyntesen tillför nya kolhydrater, kommer växtens reservnäring att ta slut. Denna utarmning kan vara så allvarlig att växten dör på våren.

Utarmning sker under perioder med dåligt ljus. Under en **mulen och regnig höst** kan det bli så att växten respirerar mer än den fotosyntetiserar. Särskilt dåligt blir det om växten stimulerats till tillväxt, t.ex. av sen **kvävegödsling**. Då blir reservlagren mindre. En **skadad** växt respirerar mer än normalt, vilket tär på reservnäringen¹⁶⁶. Ett **långvarigt snötäcke** kan också innebära att reservnäringen utarmas¹⁶⁷. Om växten använder sina lagrade kolhydrater för tillväxt under perioder med låg ljusintensitet så minskar dess klorofyllmängd, menar Callahan. Växten "växer sig i döden". Fenomenet kallas på engelska för "spring kill phenomena".¹⁶⁸ Orsaken till reservnäringstarmning kan alltså vara dels att växten lagrat in för lite på hösten, dels att förhållandena är sådana att mer näring än normalt går åt under vintern.

Torkskador

Under vintern uppstår ofta situationer då växten lider brist på vatten. Uttorkning kan vara positivt för härdning och övervintring, men också leda till död. Torkskadorna (eng. desiccation injury) är resultat av fysiologisk uttorkning. Dessa skador är ett av de stora problemen i semiarida områden, på de så kortklippta greenerna.¹⁶⁹ I Sverige är det framförallt de södra delarna av landet som drabbas. Skada sker oftast milda (mer än 0 °C), vintrar med låg nederbörd.¹⁷⁰ Olika växtarter har olika tolerans för uttorkning. Hög aktivitet i cellerna vid låga temperaturer innebär större risk att växten drabbas.

Vattenbrist innebär att vattenförlusten genom avdunstning från bladytan och transpiration från klyvöppningarna är större än den vattentillförsel växten får. Växtens vattenupptag kan minska på grund av att marken är frusen eller uttorkad, eller därför att rotsystemet skadats¹⁷¹. Upptaget vid roten kan vara dåligt på grund av dålig rotmembranpermeabilitet, eller att vattnet

¹⁶⁴ Andrews (1988b); Fuller (1980)

¹⁶⁵ Beard (1982)

¹⁶⁶ Zandoni *et al.* (1969); Fuller (1980)

¹⁶⁷ Ylimäki (1962)

¹⁶⁸ Callahan (1985)

¹⁶⁹ DeVore & Evans (1982)

¹⁷⁰ Karlsson (1988)

¹⁷¹ Smith & Kaurin (1989)

har högre viskositet vid lägre temperatur¹⁷². Samtidigt har starka vindar en uttorkande effekt, och växten förlorar vatten utan att kunna kompensera detta med upptag. Torkskador uppstår framförallt under senvinter eller tidig vår. Högre belägna områden som är utsatta för vind, där nederbörd snabbt rinner av och snötäcke saknas är de mest utsatta. Sen luftning av jorden utan efterföljande dressning lämnar plantorna utsatta för uttorkning om det inte kommer någon snö. För mycket gräsfilt (thatch) kan göra rötter och tillväxtpunkt upphöjda och utsatta. Som tidigare nämnts kan torkskador även uppstå i samband med isbildning i växten, men har då en annan orsak.¹⁷³

Plantor som drabbats av torkskador får matt bruna och senare, på våren, vita men uppräta blad. Skadorna förekommer på mindre eller större områden, framförallt på högre belägna platser.¹⁷⁴

METODER FÖR ATT BEGRÄNSA SKADOR

Avsnittet ovan handlade om skadeorsaker och mekanismer. Det följande ska handla om vilka möjligheter som finns att undvika skador, framförallt i och med skötselåtgärder på greenen. Principiellt kan åtgärderna delas upp på förbättring av växtens försvar (Tronsmo¹⁷⁵ menar att växtens fysiologiska status är närmast avgörande för dess stresstolerans) och bekämpning av det som skadar den. Svampangrepp och slitage kan undvikas genom att begränsa det som orsakar skadan. Klimatfaktorer är svårare att påverka, däremot kan man till viss del styra mikroklimatet närmast växten.

Förbättra växtens försvar

Växtmaterialet kan förbättras i två led. Fundamentalt är att välja lämpligt art- och sortmaterial. Steg två är att gynna växten i skötselåtgärderna, så att den får en bra härdning och inte är mottaglig för skada.¹⁷⁶

Art/sortval

Det kan finnas betydelsefulla skillnader i köldtålighet både mellan arter och mellan sorter inom en art. Morfologiska och fysiologiska faktorer medverkar till detta. Olika arter eller sorter kan också vara olika mottagliga för olika typer av skador.

Det kan vara vanskligt att jämföra resultat ur olika undersökningar, särskilt när det gäller art- och sortegenskaper. Försöken kanske inte är gjorda under samma förutsättningar och fler eller färre arter kan ha jämförts. Detta gör det också tyvärr mindre överskådligt. Tabell 6 är ett förenklat sammandrag av stycket nedan.

¹⁷² DeVore & Evans (1982)

¹⁷³ Smith & Kaurin (1989); Watschke (1981); Gossen & Smith (1990); Lebeau & Logsdon (1958); Mazur (1971)

¹⁷⁴ Beard (1982); Altman (1971)

¹⁷⁵ Tronsmo (1984)

¹⁷⁶ Beard (1982)

De aktuella gräsen kan rankas med den *köldhårdigaste* först, i ordningen krypven (*A. stolonifera*), rödven (*A. tenuis*) och sist rödsvingel (*F. rubra*) och vitgröe (*P. annua*)¹⁷⁷. Även Gusta *et al.* fann detta - krypven tålde ner till -35 °C och rödven -24 °C. Krypven (*A. stolonifera*) dör dock ofta av andra orsaker än direkt kyla, t.ex. uttorkning¹⁷⁸. Preliminära resultat från den officiella sortprovningen av grönytegräs i Sverige¹⁷⁹ visar att övervintringsförmågan totalt sett är bäst hos *F. rubra* var. *commutata* (rödsvingel utan utlöpare). Förmågan sjunker i ordningen rödven (*A. tenuis*), rödsvingel med korta utlöpare (*F. rubra* var. *litoralis*) och krypven (*A. stolonifera*). Om man ser till de nordligaste provningsplatserna (Röbäcksdalen och Öjebyn), är rödsvingel utan utlöpare fortfarande bäst, men övriga arter ungefär likvärdiga. I landets sydliga delar verkar krypven (*A. stolonifera*) klara vintern sämst. Smith och Kaurin¹⁸⁰ menar att *Agrostis*-arter kan vara känsliga för köldknäppar på våren. I Alaskas inland är *Agrostis*-arter mycket känsliga för snömögel och övriga vinterskador¹⁸¹. Känsligheten för *F. nivale* framhålls av flera forskare¹⁸². Även vitgröe (*P. annua*) är särskilt känslig. Rödven (*A. tenuis*) klarar ett 120-dagars istäcke medan vitgröe (*P. annua*) inte överlever mer än 60-70 dagar under is¹⁸³. *Agrostis*-arterna är relativt toleranta mot långvarigt istäcke, men krypven (*A. stolonifera*) (mer än 60 dagar) är tåligare än rödven (*A. tenuis*) (mindre än 45 dagar). Uppgifter om antal dagar stämmer inte överens och det kan möjligen bero på om studierna gjorts i fält eller på laboratorium. De säger dock en del om proportionerna. Vitgröe (*P. annua*) är särskilt känslig för kvävning av is jämfört med andra arter, och den skadas lätt av plötslig stark kyla. Plötslig kyla drabbar inte krypven (*A. stolonifera*) alls lika hårt.¹⁸⁴ Vitgröe (*P. annua*) är dock konkurrenskraftig och vandrar ofta in där *Agrostis*-arter skadats¹⁸⁵.

Tabell 6. Sammanställning av litteraturuppgifter angående olika arters känslighet för olika vinterskador. Streck indikerar att uppgift saknas.

Skadetyyp	Krypven (<i>A. stolonifera</i>)	Rödven (<i>A. tenuis</i>)	Rödsvingel (<i>F. rubra</i>)	Vitgröe (<i>P. annua</i>)
Kyla	Minst känslig	Medelkänslig	Mest känslig	Mest känslig
Köldknäpp	Särskilt känslig	Särskilt känslig	-	-
Kvävning	-	-	-	Särskilt känslig
Istäcke	Minst känslig	Minst känslig	-	Mest känslig
Svamp (<i>F. nivale</i>)	Särskilt känslig	-	-	Särskilt känslig
Uttorkning	Särskilt känslig	-	-	-
Ospecificerat	Mest känslig	Medelkänslig	Minst känslig	-

Nyare golfbanegräs av gröesläktet har testats av Paatela och Järvinen¹⁸⁶. Trampgröe (*Poa supina*) verkade klara vintern mycket bra och växte bra i renbestånd. Denna art provas för närvarande även i Sverige¹⁸⁷. Även kärrgröe (*Poa trivialis*) har god köldtolerans. Den är en aggressiv art som trivs på fuktig men väl-dränerad mark. Köldtoleransen hos denna art bekräftas även av Beard¹⁸⁸.

¹⁷⁷ Fuller (1980); Lebeau (1967)

¹⁷⁸ Gusta *et al.* (1980)

¹⁷⁹ Svensson (1995)

¹⁸⁰ Smith & Kaurin (1988)

¹⁸¹ Sparrow & Wooding (1978)

¹⁸² Meiners (1955); Gray & Copeman (1975)

¹⁸³ Peel (1982)

¹⁸⁴ Beard (1964b); Beard (1965a); Beard (1982)

¹⁸⁵ Smith (1976)

¹⁸⁶ Paatela & Järvinen (1994)

¹⁸⁷ C. Svensson (pers. medd., 1996)

¹⁸⁸ Beard (1990)

Det finns även skillnader mellan olika sorter av samma art. Risken för kvävning varierar mellan genotyper¹⁸⁹. Av **rödsvingelsorter** (*F. rubra*) har vissa dött vid -20 °C medan andra överlevt 27-29 °C¹⁹⁰. Sorterna Center och Cindy hade bäst övervintring redovisar Paatela och Järvinen¹⁹¹, men steget till sorterna därefter var inte så stort. Safari och Mustang var mycket dåliga. Koket var något bättre än medeltalet. Polar har visat relativt god övervintringsförmåga i sortprovning¹⁹². Polar och Koket hade i ett annat försök bra resistens mot *F. nivale* och *Typhula spp.* Samtidigt visade också norrbottnisk **rödven** (*A. tenuis*) höggradig resistens mot nämnda svampar.¹⁹³ Vegetativa *Agrostis*-arter är hårdigast menar Beard¹⁹⁴. I sortprovning var skillnaden mellan aktuella sorter (Boral, Rasti och Tracenta) mycket liten¹⁹⁵. Leikvin hade lägst utvintringsskadeandel, Tracenta och Bardot var intermediära och Exeter var mycket dålig i finska försök. Därifrån redovisas också bland flera **krypvensorter** (*A. stolonifera*) Putter och Penncross som de bästa, Penneagle något sämre än medeltalet och Highland och Kromi som de med mest utvintring.¹⁹⁶ Enligt preliminära resultat från sortprovningar i Sverige var däremot Putter sämre och Kromi bland de bästa. Penncross hade bra övervintringsförmåga.¹⁹⁷ Penneagle motstår både sjukdomar och invandring av vitgröe (*P. annua*)¹⁹⁸. Sorten Toronto har bra vinterskadetolerans, medan Seaside och Old orchard riskerar frysskador¹⁹⁹. Olympiada-80 är en krypande, perenn sort av vitgröe, *P. annua var. reptans* (Haussein) som man funnit i Ryssland. Denna är en underart av vitgröe. Den har hög köldtolerans, sjukdomsresistens och klarar tramp. Äldre sorter som klarar sig dåligt är Merion och Baron, medan Penstar och Parade är väl anpassade till vinter.²⁰⁰ Registrerat sortmaterial av vitgröe (*P. annua*) finns inte i Sverige eller Finland. Däremot förekommer fleråriga (*var. reptans*) individer på greener.²⁰¹ Vitgröe (*P. annua*) är svår att förädla, dels är fröna svåra att skörda och dels har de bästa individerna - de med utlöpare - som strategi att inte satsa på att bilda frön²⁰².

Anledningen till skillnaderna i tålighet kan sökas på flera ställen. Vinterskador på vitgröe (*P. annua*) beror ofta på att de höstgroende plantorna inte hunnit etablera sig och få en tillräcklig hårdighet före vintern. Torkkänslighet kan bero på att arten vid kyla fortfarande har hög metabolism.²⁰³ Lägre vattenhalt i växten ger bättre övervintring. Beard har funnit samband mellan köldtolerans och torrsustanshalt i tillväxtpunkten. Det är också mycket betydelsefullt vilken breddgrad som en sort kommer ifrån.²⁰⁴

Förädlingsmetoderna har ofta baserats på fältförsök. Detta, menar Fuller²⁰⁵, är en osäker metod eftersom vintrar varierar i så hög grad. Det är fördelaktigast att använda sig av laboratorietekniker. Fuller blir dock delvis motsagd eftersom verkligheten är svår att efterlikna

¹⁸⁹ Andrews (1988a)

¹⁹⁰ Rajashekar *et al.* (1983)

¹⁹¹ Paatela & Järvinen (1994)

¹⁹² Svensson (1995)

¹⁹³ Vestman (1983)

¹⁹⁴ Beard (1964c)

¹⁹⁵ Svensson (1995)

¹⁹⁶ Paatela & Järvinen (1994)

¹⁹⁷ Svensson (1995)

¹⁹⁸ Meyer (1982)

¹⁹⁹ Altman (1971); Mazur (1971)

²⁰⁰ Abramashvili (1989)

²⁰¹ Paatela & Järvinen (1994)

²⁰² C. Svensson (pers. medd., 1996)

²⁰³ Watschke (1981)

²⁰⁴ Beard (1969b); Klebesadel (1985)

²⁰⁵ Fuller (1980)

under konstgjorda former²⁰⁶. Köldhärdighet kan mätas på flera olika sätt och olika forskare rekommenderar olika metoder²⁰⁷. Wood *et al.* menar att härdning under kontrollerade betingelser i växthus ger bäst resultat. Andra forskare menar att det också är viktigt att känna till hur härdningen påverkas i detalj på platser med olika betingelser.²⁰⁸ De officiella sortprovningarna för grönytegräs i Sverige genomförs med klippning till 3 cm höjd, vid behov eller en gång per vecka och utan bevattning²⁰⁹. Detta är viktigt att känna till för att kunna bedöma provningarnas relevans för greener.

Gödslingsstrategi

Höstens gödslingsstrategi, i form av näringsämnen, mängder och tidpunkter, är av stor betydelse för grässets möjligheter att överleva vintern. Som tidigare nämnts kan ju vissa näringsämnen påverka härdningsprocessen.

Kväve är negativt för övervintringen. N-gödsling stimulerar tillväxt, vilket är negativt för köldhärdigheten och den saftiga vävnad som bildas gynnar patogener.²¹⁰ Ämnet prolin ökar vid kvävebrist eller torka, och härdigheten hänger möjligen ihop med detta.²¹¹ Kvävekällan är betydelsefull. Snabblösligt N (ammoniumsulfat) och ureaformaldehyd har visat sig gynna *F. nivale*. Urea däremot verkar missgynna.²¹² Ammonium har gynnat *S. borealis*, och det kan bero på vissa aminosyror som då bildas i växten²¹³. P och K anses underlätta härdningen och det är viktigt att det inte råder brist²¹⁴. Fosfor begränsar svampskador menar både Beard och Bergmann, men mekanismen är okänd.²¹⁵ **Kalium** ökade köldtoleransen vid givor upp till motsvarande 350 kg/ha enligt Razmjoo och Kaneko (gällde icke-härdat engelskt rajgräs av turftyp).²¹⁶ Kalium skyddar både mot kyla och patogener, men flera forskare hävdar att kalium har betydelse endast i bristsituationer. Det kan bero på att kaliumbrist gör växten mottaglig för stress, framförallt torka, eftersom K påverkar transpirationen.²¹⁷ Vid kaliumbrist i växten bildas dessutom socker och protein som utgör ett bra svampmedium.²¹⁸ **Järn** minskar förekomsten av *F. nivale*. Varför är dock okänt. Beard²¹⁹ menar att järn kan ge den effekt man vill uppnå med kväve, utan att gräset växer. **Svavel** i formen ammoniumsulfat gör *F. nivale*-angreppen mindre allvarliga. Eventuellt kan svavel motverka stress av hög N-giva.²²⁰ Det är dock osäkert exakt hur svavel verkar på härdighet. **Koppar** och **magnesium** har gett resistens mot *F. nivale* i engelskt rajgräs samt i stråsäd. **Kalcium** kan vara negativt för svampar. Ämnet kan verka dels genom att ge marken ett ofördelaktigt högt pH-värde och dels direkt på patogenen.²²¹

²⁰⁶ L. Johnsson, I. Karlsson (pers. medd., 1996)

²⁰⁷ McLeester *et al.* (1969)

²⁰⁸ Tronsmo (1993); Wood *et al.* (1979)

²⁰⁹ R. Svensson (pers. medd., 1996)

²¹⁰ Årsvoll & Larsen (1977); Welterlen & Watschke (1982); Peterson *et al.* (1959); Fuller (1980); Beard (1982)

²¹¹ Welterlen & Watschke (1982)

²¹² Smith (1958); Watschke (1981); Madison *et al.* (1960); Peterson *et al.* (1959)

²¹³ Goss (1969)

²¹⁴ Fuller (1980); Callahan (1985)

²¹⁵ Beard (1982); Bergmann (1992)

²¹⁶ Razmjoo & Kaneko (1993b)

²¹⁷ Cook & Duff (1976); Bergmann (1992)

²¹⁸ Goss & Gould (1967)

²¹⁹ Beard (1990)

²²⁰ Smith *et al.* (1989); Goss & Gould (1968)

²²¹ Smith *et al.* (1989); Bergmann (1992)

Inte bara mängderna utan även förhållandet mellan näringsämnena är av betydelse. Hur olika näringsämnen verkar kan antagligen också bero på förhållandet mellan dem och andra ämnen i växten, t.ex. mikronäringsämnen²²². Kväve, fosfor och kalium i adekvata mängder ger en växt som är i god form för övervintring²²³. Brist på P och K är negativt²²⁴ och balansen mellan dem är viktig. Goss och Gould²²⁵ fann förhållandena 5:1:1, 3:1:2 och 3:2:4 (N:P:K) bäst. N och K i förhållandet 2:1 eller 3:1 ger maximal hårdning menar Beard och Rieke. Razmjoo och Kaneko rekommenderar N, P och K i förhållandet 4:1:3 (gäller engelskt rajgräs av turftyp).²²⁶ Kombinationen N och P har gett mindre svampangrepp än P ensamt. Det kan bero på att ammoniumsulfat och superfosfat gett gräsytan ett för svampen negativt pH-värde.²²⁷

Tidpunkten för gödsling är väsentlig. Det är viktigt att sänka N-gödselgivan i tid på hösten. En hög kvävegiva på hösten kan öka skadefrekvensen betydligt. När gräset väl nått vilostadium är det dock riskfritt vad gäller övervintringen att sprida helgödselmedel.²²⁸ Det är däremot både miljömässigt och ekonomiskt förkastligt²²⁹, även om det kan förbättra återhämtningen på våren²³⁰. Fosfor måste spridas i tid så det hinner verka, menar Mazur. Sen gödsling kan också höja salthalten i marken så att hårdigheten minskar.²³¹

Klippningsstrategi

Klippning av greenen har flera effekter. Gräset stimuleras att växa, det stressas och det blir mer utsatt för skadegörare. Detta är negativt för gräsets övervintring.

Låg klipp höjd har bl.a. den effekten att gräset blir mer utsatt rent fysiskt²³². Det handlar också om att en art har ett optimum som inte kan underskridas utan risk. Minsta höjd är 0,5-1,3 cm för krypven (*A. stolonifera*) och vitgröe (*P. annua*), och 1,3-2,5 cm för rödven (*A. stolonifera*) och rödsvingel (*F. rubra*). Klippytan är ett invasionsställe för patogener²³³. *P. annua*-frön bör inte återföras till gräset, då man har sett att *F. nivale* gynnas av detta²³⁴.

Högre klippningsfrekvens innebär en större risk. Under hösten ska klipphöjden ökas succesivt²³⁵. Gräset måste dock klippas så länge det växer, annars riskerar man svampangrepp²³⁶. Det är viktigt att klipparen är bra så den inte ger onödig skada på växten.

²²² Beard & Rieke (1966); B. Lundegårdh (pers. medd., 1996)

²²³ Smith & Kaurin (1989)

²²⁴ Callahan (1985)

²²⁵ Goss & Gould (1968)

²²⁶ Beard & Rieke (1966); Gilbert & Davis (1967); Razmjoo & Kaneko (1993b)

²²⁷ Smith (1977)

²²⁸ Mazur (1971); Smith & Kaurin (1988); Smith (1977)

²²⁹ I. Karlsson, (pers. medd. 1996)

²³⁰ Christians *et al.* (1985)

²³¹ Mazur (1971)

²³² Fuller (1980)

²³³ Beard (1982); Beard (1990)

²³⁴ Smith *et al.* (1989)

²³⁵ Callahan (1985)

²³⁶ Mazur (1971)

Övriga skötselåtgärder

Dressning i alltför stor omfattning kan ge vinterskador därför att växten blir mer känslig. Det gäller i huvudsak groddplantor. Beard menar att växten som är täckt av dressmaterial inte kan fotosyntetisera och få en bra härdning. En lätt dressning däremot skyddar mot torka²³⁷.

Dressning med blandningen sand-jord-torv har gett tidigare återhämtning på våren. Man bör dock i detta fall vara observant på svampangrepp.²³⁸ **Luftning** utan dressning ger bättre dränering runt tillväxtpunkten och minskar risken för skador av vatten. Samtidigt ökar risken för uttorkning. **Höstsådd** bör undvikas eftersom det medför risk för uppfrysning. En ung, sämre etablerad planta har sämre köldhärdighet.²³⁹ Ogräspreparat har visat sig vara negativa för övervintring hos gräs. Ingen **bekämpning** med pesticider (särskilt herbicider) bör göras på hösten eftersom gräset blir svagare av sådan behandling och löper risk för vinterskador²⁴⁰.

Bevattning kan vara både bra och dåligt. På senhösten eller vintern (om temperaturen är över 0 °C) hindrar eller återställer bevattning uttorkning. Det här är dock en gammalmodig och tidskrävande teknik menar DeVore och Evans²⁴¹. Reducerad bevattning på hösten kan ge en bättre härdning²⁴². Bevattning kan vara indirekt negativ, då den gynnar vitgröe (*P. annua*), som är mycket känslig för svampsjukdomar²⁴³. **Transpirationshämmande kemikalier** för att hindra uttorkning har prövats. Mazur menar att sådana preparat inte fungerar i sammanhanget²⁴⁴. Men det finns även resultat angående preparat som hållit kvar nästan lika mycket fukt som ett polyetentäcke²⁴⁵.

Begränsa svamp och tramp

Utvintringssvamparna och människorna på golfgreenen gör skada på olika sätt, men har det gemensamt att de bör begränsas inför vintern. Både svampar och slitage från spelare eller maskiner kan skada direkt eller kan göra växten nedsatt och känslig för andra stressfaktorer.

Svampbekämpning

Genom besprutning med kemiska preparat (fungicider) går det att bekämpa samtliga av utvintringssvamparna. Preparaten i tabell 7 är tillgängliga i Norden. Endast ett preparat är för närvarande godkänt i Norge, men NGA arbetar på att få fler preparat tillgängliga snarast.

²³⁷ DeVore & Evans (1982); Fuller (1980); Beard (1990)

²³⁸ Christians et al. (1985)

²³⁹ Mazur (1971); Beard (1982); Limin & Fowler (1987)

²⁴⁰ Mazur (1971); Callahan (1985); Andersen (1988)

²⁴¹ Altman (1971); Mazur (1971); DeVore & Evans (1982)

²⁴² Mazur (1971)

²⁴³ Smith et al. (1989)

²⁴⁴ Mazur (1971)

²⁴⁵ DeVore & Evans (1982)

Tabell 7. Fungicider mot utvintringssvampar; namn, verkan och aktuellt nordiskt land (mars, 1996).

Handelsnamn	Kemiskt namn	Verkan	Verksam mot	Godkänt i
Rovral	Iprodion	Kontaktverkande	<i>Fusarium, Typhula</i>	Sverige, Norge
Baycor 25 WP	Bitertanol	Systemiskt verkande	<i>Fusarium, Typhula</i>	Sverige
Sportak EW	Prochloraz	Delvis systemisk	<i>Fusarium</i>	Danmark
Bayfidan	Triadimenol	Systemisk	<i>Typhula</i>	Danmark
Topsin M	Tiofanatmetyl			Finland
Tilt	Propikonazol			Finland

Efter spridning **avtar effekten** hos preparaten då de bryts ner eller späds ut. Detta tar vanligen 3-5 veckor²⁴⁶. Kontaktverkande preparat verkar i 2-7 dagar och systemiska 2-4 veckor, menar Beard.²⁴⁷ De bägge olika uppgifterna leder ändå till slutsatsen att preparaten slutat verka på senvintern. Bekämpningen bör ske **förebyggande** under sensommaren och hösten, menar Hallén²⁴⁸. Men bekämpning kan också göras **kurativt**. I tidigt skede av angreppet räcker det med en lägre dos. Det är lämpligt att **alternera** mellan olika preparat.²⁴⁹ **Tidpunkten** för behandlingen kan vara avgörande. Bekämpning under töperioder då snön smälter bort både begränsar skador och undertrycker sklerotiebildning²⁵⁰. Gräsröta bekämpas omedelbart före den första snön om marken är otjälad²⁵¹. Eftersom svamp kan spridas med skosulor kan det vara motiverat att även bekämpa på foregreenen²⁵². **Borstning** av nerplattat gräs före bekämpning ger bättre resultat²⁵³. Altman har noterat att ett färgmedel med fungicid bekämpat svamp effektivare än fungiciden enbart²⁵⁴.

Fungicider kan även ha sidoverkningar som i själva verket gynnar svamptillväxt. Smiley²⁵⁵ menar att flera forskare sett att fungicider gynnat svampar, genom att göra dem mer livskraftiga, förändra förhållandet mellan de organismer som "tävlar" om livsutrymmet eller genom att förändra gräsets motståndskraft. Kanske är det det senare som hänt då ett bekämpningsmedel (Benlate), som inte var verksamt mot *Typhula*, kunde göra att svampangreppet ökade²⁵⁶.

Vid **biologisk bekämpning** använder man ett naturligt ämne eller en organism, för att missgynna svampen. Resultat finns från försök med ett preparat som kallas Inhibiter. Behandlade gräsytor fick maximalt 2,4 % *F. nivale*-skador jämfört med 1,0 % med Rovral och 22,6 % obehandlat.²⁵⁷ Preparatet består av en blandning av organiska material och var ursprungligen var avsett att användas som gödselmedel. Preparatet, menar man, verkar på det sättet att det stimulerar jordbakterier (*Actinomycetes*) som gör växten motståndskraftig.²⁵⁸ Harder och Troll²⁵⁹ fann att sklerotierna från *T. incarnata* påverkades av en annan svamp, *Trichoderma spp.* I laboratorieförsök överlevde mycket få av de sklerotier som *Trichoderma* parasiterat på. *Trichoderma* finns naturligt i jordar med lågt pH-värde i tempererat klimat. Man har också visat antagonism mellan svampar då en svamp sänt ut cyanväte, som varit

²⁴⁶ H. Lindberg (pers. medd., 1996)

²⁴⁷ Beard (1982)

²⁴⁸ Hallén (1992)

²⁴⁹ Bekämpningsmedel 1995 (1995)

²⁵⁰ Fuller (1980)

²⁵¹ Bekämpningsmedel 1995 (1995)

²⁵² K. von Essen (pers. medd., 1996)

²⁵³ Mazur (1971)

²⁵⁴ Altman (1971)

²⁵⁵ Smiley (1981)

²⁵⁶ Vestman & Johnsson (1983)

²⁵⁷ Baldwin (1992)

²⁵⁸ Anonym (1995)

²⁵⁹ Harder & Troll (1973)

giftigt för en annan²⁶⁰. *S. borealis* kan bekämpas genom att man helt enkelt suger upp dess sklerotier. Detta bör man göra framförallt efter vertikalskärning.²⁶¹

I sammanhanget bör nämnas att gräsets förmåga till återhämtning kan vara stor. Trots hög N-giva, ingen fungicidbehandling och 77-procentiga svampskador kunde gräset vid ett visst tillfälle återhämta sig menar Gossen och Smith.²⁶²

Restriktioner mot spel och trafik

Som tidigare nämnts kan tramp, maskiner och fordon på fruset gräs ge rena krosskador eller försämra hårdningen. Det kan också bli frys- eller kvävningsskador av packat snöslask eller kan jorden packas så att genomsläppligheten blir sämre och växterna får skador av att stå i vatten.

Man bör helt och hållet undvika att gå eller köra på vilande gräs, framförallt när det är **fruset** och när det är **blött** och slaskigt. Sistnämnda situation är särskilt riskfylld ifall frost kan väntas.²⁶³ I. Karlsson har noterat att tillväxten hos slitet gräs avtar tidigt på hösten. En **restriktivare användning** av greener på hösten skulle troligen skulle gynna gräsets hårdning och därmed dess övervintring. Ett **utspritt spelmönster** gör också packning till ett mindre allvarligt problem.²⁶⁴ Packning medför sämre infiltration och en olämpligt fuktig miljö. Tramp kan dock också vara positivt eftersom det minskar lagret av gräsfilt (thatch)²⁶⁵.

Förändra mikroklimatet

Banuppbyggnad

Hur golfbanan och greenen är uppbyggda både den i större och i den mindre skalan påverkar vinterskadornas omfattning. Stående vatten och markpackning kan ge frysskador, kvävningsskador och svampangrepp²⁶⁶. Greenens grund- och ytavrinning är viktiga faktorer²⁶⁷.

Landskapsplaneringen runt en green är viktig. I skuggiga eller låga partier samlas fuktig luft och svampangrepp gynnas.²⁶⁸ Greenens topografi och därmed ytavrinning är särskilt betydelsefull under vintern. Den här årstiden blir vatten ofta stående i svackor eftersom det endast i obetydlig mängd dräneras genom den frusna marken²⁶⁹. Olika topografi samt skugga eller ej kan ge upphov till tydliga temperaturskillnader på samma bana²⁷⁰. Svackor undviks först vid anläggningen, såsom nämnts tidigare. Greenytan bör därefter avvägas varje eller

²⁶⁰ Smith & Årsvoll (1975)

²⁶¹ Smith *et al.* (1989)

²⁶² Gossen & Smith (1990)

²⁶³ Mazur (1971); Beard (1982)

²⁶⁴ I. Karlsson (pers. medd., 1996)

²⁶⁵ Cuddeback & Petrovic (1973)

²⁶⁶ Beard (1982); Gray & Copeman (1975)

²⁶⁷ Dahlsson (1988)

²⁶⁸ Altman (1971)

²⁶⁹ Mazur (1971); Dahlsson (1988)

²⁷⁰ DiPaola & Beard (1992)

varannat år så ytavrinningen bibehålls²⁷¹. Svackor där vatten brukar bli stående kan torvas av inför vintern för att förbättra avrinningen och undvika skador på gräset²⁷².

Greenbyggnadsmaterialet påverkar bl.a. förmågan till dränering och infiltration. (Se avsnittet "Greenuppbyggnad" för mer detaljer). Det är viktigt att jorden dränerar tillräckligt, för att i möjligaste mån undvika att växterna omges av vatten eller is²⁷³ (jfr avsnittet om fysiologiska skador). Genomsläpplig jord ger också en porösare tjälbildning, genom vilken vatten kan dräneras²⁷⁴. Samtidigt, menar Christians *et al.*, att en jord med stor fukt- och näringshållande kapacitet gör att gräset återhämtar sig snabbare på våren²⁷⁵. Siltjord medför risk för uppfrysning²⁷⁶. Packning, som uppstår lättare på vissa jordar, ger både syrebrist och gynnsamma förhållanden för *F. nivale*²⁷⁷.

Gräsfilt (thatchen) i greenens ytskikt är också betydelsefull för vattenförhållandena. (Se avsnittet "Greenuppbyggnad" för mer detaljer). Stor mullackumulering i ytskiktet bör undvikas²⁷⁸. Den organiska filten ger en fuktig miljö och är ett substrat där svampar kan överleva saprofytiskt. Den hindrar vatten- och luftgenomsläpp. Frysskador kan bli en följd. Men det kan också uppstå torkskador då tillväxtpunkten höjs upp och rottillväxten begränsas. Plantor i vattenmättad jord återhämtar sig sämre på våren eftersom rötterna är sämre utvecklade och näringstillgängligheten sämre²⁷⁹. Gräsfilt (thatch) gör det också nödvändigt att höja fungiciddosen eftersom kemikalien binds till mullen²⁸⁰. Det är viktigt att arbeta för att gräsfilt (thatchen) inte ska bli för tjock. Vertikalskäning och hålpipluftning är mycket positivt eftersom det ger bättre vatteninfiltration och en torrare yta²⁸¹. Detta i kombination med dressning ger gräsfilt (thatch) i bra proportion²⁸². Gräsfilt (thatchen) bör vara högst 6 mm tjock enligt Beard. Dahlsson menar dock att vi i Norden har andra förhållanden och att problem med gräsfilt (thatch) är mindre här.²⁸³ Det optimala är rotbildning i området 0-5 cm under markytan. Då behålls jordstrukturen och övervintringsförhållandena är gynnsamma.²⁸⁴

Dressning ger en torrare yta, vilket är positivt.²⁸⁵ Åtgärden har också rent skyddande effekter. Det är viktigt att vara noga med val av dressningsmaterial. Dressning med material med olika partikelstorlekar kan efter några säsonger ge problem. (Se avsnittet "Greenuppbyggnad" för mer detaljer).

²⁷¹ I. Karlsson (pers. medd., 1996)

²⁷² K. von Essen (pers. medd., 1996)

²⁷³ Beard (1969b)

²⁷⁴ I. Karlsson (pers. medd., 1996)

²⁷⁵ Christians *et al.* (1985)

²⁷⁶ Karlsson (1988)

²⁷⁷ Carrow & Petrovic (1992)

²⁷⁸ Callahan (1985); Beard (1982)

²⁷⁹ Altman (1971); Beard (1982); Mazur (1971)

²⁸⁰ Altman (1971)

²⁸¹ Beard (1982)

²⁸² Mazur (1971)

²⁸³ Beard (1990); Dahlsson (1987)

²⁸⁴ Abramashvili (1989)

²⁸⁵ Dahlsson (1988)

Skötselåtgärder på hösten

Att **ta bort dagg** på morgonen är lämpligt eftersom *F. nivale* kan sprida sig via dagg och guttation.²⁸⁶ Man bör göra denna åtgärd från slutet av augusti och fram till frosten²⁸⁷. Alltför frekvent bevattning, och detta redan innan september, ökar *F. nivale*-skadorna²⁸⁸. Så torrt som möjligt är det bästa för att undvika svamp. Djup, **infrekvent bevattning**, helst tidigt på morgonen är det bästa. Bevattning kan användas för att smälta frost i situationer då det är mildgrader och ingen tjäle²⁸⁹.

Snö/isröjning

Olika metoder för snöröjning har inte blivit försöksmässigt utvärderade, menar Dahlsson²⁹⁰. Men det finns ändå praktiska erfarenheter.

- * Urea eller thomasfosfat fungerar bra men är tveksamt ur miljösynpunkt.
- * Sand har begränsad effekt men är i övrigt bra för gräset.
- * Mull fungerar men bör tas bort efter vintern.
- * Kolstybb eller aska fungerar men är opraktiskt att hantera och måste tas bort efter vintern.
- * Mekanisk röjning måste göras manuellt, är arbetskrävande och kan endast utföras vid låga temperaturer och då isen släpper från gräset.
- * Att göra hål i is är meningsfullt och man kan ibland se att gräset överlevt just där det varit hål.

Ett svart material (träkol eller mörkt gödselmedel) är lämpligt för att smälta is med, skriver Beard. Om istäcket ligger mer än 50 dagar bör det tas bort mekaniskt. Snöröjning kan ses som "mekanisk dränering". Om snö tas bort blir det inte så mycket vatten på greenen när det blir milt väder. Ett tunt lager snö som lämnas kvar skyddar mot uttorkning.²⁹¹ Snöröjning är särskilt meningsfull om det blir töväder så greenen hinner bli isfri och en svampbekämpning kan göras. Risker är att plantan blir utsatt för kyla och torka. Täckning, avdunstningsskydd eller tidig vårbevattning kan vara nödvändiga skyddsåtgärder.²⁹²

Täckning

Ett konstgjort eller organiskt täcke över greenen ger ett stabilare mikroklimat och skyddar mot torka och extrem temperatur eller hastig temperatursänkning. Täckning höjer minimumtemperaturen på hösten och maximumtemperaturen på våren. Det gör även att gräset kommer igång med att växa tidigare på våren.²⁹³ Nus och Shashikumar spekulerar i ett negativt samband mellan täckning och hårdning. Alltför låga temperaturer kan nämligen fördröja det första steget i hårdningen.²⁹⁴ Mazur menar att täckning är betydelsefullt endast

²⁸⁶ Smith *et al.* (1989)

²⁸⁷ Beard (1990)

²⁸⁸ Peterson *et al.* (1959)

²⁸⁹ Beard (1982)

²⁹⁰ Dahlsson (1988); Dahlsson (1987)

²⁹¹ Beard (1982); Beard (1969a)

²⁹² K. von Essen (pers. medd., 1996)

²⁹³ Dahlsson (1988); Watson (1968) Beard (1982); Smith (1989); Skirde (1971)

²⁹⁴ Nus & Shashikumar (1993)

svåra vintrar.²⁹⁵ Mikroklimatet under täcket kan vara fördelaktigt för svampar²⁹⁶. I Smiths försök har dock polyetentäcke inte ökat skador av *F. nivale*²⁹⁷. Halv fungiciddos räcker under täcke. Det kan vara negativt om gräset hinner växa mycket innan täcket tas av och klippning möjliggörs.²⁹⁸

Ett antal olika täckmaterial har prövats²⁹⁹. Luftgenomsläpplighet och färg är viktiga faktorer. Halm och tallbarr är organiska material som använts. Halm har medfört svampskador medan tallbarr visat sig nästan verkningslöst. Plast har gett en alltför intensiv växthuseffekt och varit svårt att hantera. Täckan som inte släpper igenom tillräckligt med ljus gör växterna klorotiska (vita). Ett alltför tungt täcke kan göra gräset grovt och oattraktivt samtidigt som det håller kvar mest fukt. Av 18 testade täcken var de av viscos-rayon respektive viscos-rayon-polyester bäst redovisar Beard. Polyestertäcke är bäst menar Roberts samt Nus och Shashikumar. Evans rekommenderar ett genomskinligt täcke av solid eller perforerad plast.³⁰⁰ Nyligen har glest vävda dukar som skyddar mot snö och is men släpper igenom luft, vatten och ljus blivit tillgängliga i Kanada. Eftersom de är så lätta kan de tas bort under varma dagar.³⁰¹

Att ta bort täcket i rätt tid är viktigt. Får det ligga för länge blir gräset överstimulerat och suckulent med klippningsproblem som följd. Gräset bör få anpassa sig några dagar mellan avtäckning och klippning.³⁰² Det är lämpligt att låta täcket ligga kvar 3 veckor efter snösmältning eftersom det då hålls kvar tillräckligt med fukt för att undvika torkskada.³⁰³

Snö fungerar liknande som en konstgjord täckning. Ner till 10 cm tjockt lager ger ett effektivt skydd mot frost, uppfrysning och islager.³⁰⁴ Ett islager ovanpå snön är inte negativt eftersom snön isolerar³⁰⁵. Åtgärder för att hålla kvar snön kan alltså också vara meningsfulla. Detta kan ske med uppsatta vindskydd/snöstaket eller t.ex. trädgrenar som man lägger ut.³⁰⁶

Uppvärmning

Att värma upp gräsytan är ett möjligt sätt att undvika frysskador³⁰⁷. Det är en effektiv men dyr metod³⁰⁸. Den hindrar is och det blir en snabb vårtillväxt. Det är dock viktigt att det inte blir för varmt. Då ökar nämligen risken för skador.³⁰⁹ Uppvärmningen kan ske med värmekablar enbart eller i kombination med täckning. Eftersom det är en så pass dyrbar metod är den försvarbar endast på övningsgreener och dylikt menar Mazur.³¹⁰ I Finland har man gjort inledande försök med varmluftsuppvarmda "tält" över greener.

²⁹⁵ Mazur (1971)

²⁹⁶ Roberts (1986)

²⁹⁷ Smith (1976)

²⁹⁸ Evans (1975)

²⁹⁹ Fuller (1980); Watson (1968)

³⁰⁰ Shashikumar & Nus (1993); Mazur (1971); DeVore & Evans (1982); Roberts (1986); Beard (1969a)

³⁰¹ K. von Essen (pers. medd., 1996)

³⁰² Mazur (1971)

³⁰³ Roberts (1986)

³⁰⁴ Ylimäki (1962); Lebeau & Logsdon (1958)

³⁰⁵ Beard (1964b); Beard (1965b)

³⁰⁶ Altman (1971); DeVore & Evans (1982)

³⁰⁷ Beard (1982)

³⁰⁸ Fuller (1980)

³⁰⁹ Lebeau (1967)

³¹⁰ Mazur (1971)

CHECKLISTA

Med en medveten strategi kan man förbättra förutsättningarna för greengräsens övervintring. Checklistan ska vara en hjälp för banskötselansvariga.

1. Säkerställ en tillräcklig utbildning och kompetens för att värdera och åtgärda problemen

2. Kartlägg greenernas förhållanden vad gäller

- * konstruktion och status
- * makro- och mikroklimat
- * artsammansättning
- * risker för vinterskador

3. Utarbeta en skötsel- och åtgärdsplan för att begränsa vinterskador. Beakta, för att undvika

svampskador:

- * växtsort- och -artmaterial anpassat till platsen och skaderisken
- * gödsling anpassad för att gynna härdning
- * klippning och slitage anpassat för att gynna härdning
- * torrt mikroklimat på greenen
- * minimerad mängd gräsfilt (thatch)
- * svampmissgynnande gödselmedel
- * strategi för direkt bekämpning av svamp

mekaniska skador:

- * tillfällen för minskad trafikering (spel, maskiner och fordon)
- * tillfällen för förbud mot trafikering (spel, maskiner och fordon)
- * minimerad mängd gräsfilt (thatch)

fysiologiska skador:

- * växtsort- och -artmaterial anpassat till platsen och skaderisken
- * gödsling anpassad för att gynna härdning
- * klippning och slitage anpassat för att gynna härdning
- * åtgärder för att undvika is eller stående vatten
- * åtgärder för att ta bort befintlig is
- * åtgärder för att ta bort långliggande snö
- * skydd mot uttorkning

SLUTSATSER

Diskussion

Rubriken "diskussion" innebär att detta är ett avsnitt för värdering av det som framkommit i rapporten. Här kan pekas på brister i materialet och i de undersökningar som gjorts. Slutsatser kan dras, personliga reflexioner kan göras och förslag på områden som bör studeras mer kan lämnas. En lämplig utgångspunkt för detta är projektets målsättningar. Har målsättningarna uppnåtts?

"att förklara orsaker till vinterskador på greener"

"Orsaker" i sammanhanget vinterskador på greener är ett begrepp med flera nivåer. Se på exemplet en växt som dött av kyla. Orsaken på cellnivå är att vatten fryser, vilket i sin tur leder till sprängning eller kollaps av cellerna. Fortfarande på cellnivå är orsaken den att växten inte varit tillräckligt tolerant eller härdad för situationen. Utanför växten är det kylan som har orsakat. Men det har också förhållandena som gett den otillräckliga härdningen. Detta var kanske att det stod vatten på greenen. Det i sin tur var orsakat av en otillräcklig dränering, som kanske härrörde till en olämplig greenkonstruktion. Detta långa exempel visar på komplexiteten i problemet. Det finns många delar i orsakskedjan. Flera av delarna vet vi mycket om och en del är nästan okända. Det behöver dock inte vara funktionellt att känna till alla orsaker och verkningar. För att lösa problemen i praktiken tillfredsställande behöver man troligtvis inte känna till allt. Olika delar i sammanhanget kan också vara olika viktiga.

Ett antal olika typer av vinterskador har beskrivits. Det är sannolikt att forskningen kommit så pass långt att alla skadetyper kunnat definieras. Bristerna i kunskaperna verkar finnas dels på djupet - cellfunktionerna är långt ifrån helt utredda - och dels i de övergripande sammanhangen - det är oklart hur olika förhållanden kan interagera. I det följande diskuteras olika typer av skador, med betoning på var kunskapsluckorna finns.

Begreppet härdning ligger över hela skadeproblematiken. De allra flesta av vinterskadorna kan växten skydda sig från genom att härdas. Rapporten har till stor del tagit upp härdning för köldtolerans. Orsaken till det är att detta område är centralt i sammanhanget och att mindre är känt på andra områden, t.ex. härdighet mot svamp. På cellnivå är flera härdningsmekanismer ännu okända. Forskning på grundnivå bedrivs kring detta bl.a. på SLU. Däremot är miljöns inverkan på härdningen relativt klarlagd, både erfarenhets- och försöksmässigt. Dock verkar det saknas en del om hur greenspecifika förhållanden påverkar. De arter och sorter som används på green har inte studerats i så hög grad. Inte heller hur den mycket speciella stressen av klippning och slitage påverkar. Det är känt att härdighet för olika skador har samband i vissa fall, t.ex. köld- och svamphärdighet. Men det finns brister i kunskaper om det exakta sammanhanget.

Svampar är väl studerade sedan länge tillbaka. Deras utseende, livscyklar, angreppssätt, gynnande miljö etc. är förhållandevis välkända. Möjligen är sambandet mellan fuktighetsförhållanden just på green och svampförekomst inte helt utrett. Växtens mekanismer för motstånd är som nämnts till del okända. Inte heller några speciella miljöförhållanden eller åtgärder för att gynna just härdning mot svamp är kända, utöver de som gynnar köldhärdighet. Någon inventering av utvintringssvampar på golfgreener verkar inte ha genomförts. Därför är det också okänt om *Coprinus psychromorbidus* förekommer även här.

Frysskadornas orsak på cellnivå är liksom härdningsmekanismerna inte helt kända. Detta är också något som bör utredas på grundforskningsnivå. Då gräset inte är täckt av is är frysskadorna lätta att förstå. Under sådana förhållanden skadas växten om härdningen är otillräcklig eller temperaturen är extremt låg.

Betydligt mer svårgreppat är komplexet isbränna. Det kan vara befogat att kalla det komplex eftersom flera faktorer inverkar och det också finns flera skademekanismer. Växten dör av kyla, kvävning eller utarmning. Orsakerna är relativt klarlagda, undantaget på lägsta cellmekanismnivån. Det som är oklart är vilken skada växten egentligen drabbas av. Om detta finns motstridiga uppgifter. Det varierar mellan arter - vitgröe är särskilt känslig för kvävning - och kanske även mellan sorter. Kanske finns det fler faktorer som påverkar vilken skada som ska uppstå, t.ex. markförhållanden. Troligen kan man utifrån egen erfarenhet av åtgärder sluta sig till vilken skada det gäller. Om t.ex. perforering av is gav ett bra resultat var det kvävning som var aktuell.

Utarmning kan även ske under snötäcke. Orsaken är känd. Antingen var härdningen för dålig eller så var snötäcket mer långvarigt än växten hade möjlighet att tåla. Inte heller kring torkskador finns några egentliga tvivelsmål om orsaker.

"att ge metoder för att undgå eller begränsa vinterskador på greener"

En mängd olika metoder har - naturligtvis - provats för att lindra vinterns verkan på greengräs. Flera är försöksmässigt utvärderade, men en hel del bygger på erfarenhet. Erfarenhet är ofta användbar, men i vissa fall bör/måste försök befästa resultaten. Det finns också försök som inte genomförts under greenförhållanden och därför inte är riktigt tillämpbara.

Sortprovningar som tidigare beskrivits tillhör de försök som inte är gjorda under greenförhållanden. Försöken avser gräs till högre klippta, obevattade gräsmattor och måste bedömas utifrån detta. Det kan också finnas skäl att granska det tidigare steget, förädlingen. Viktigt där är att bedöma varifrån genotypen kommer och för vilka förhållanden den förädlats fram. Detta är något som man måste vara medveten om vid val av sort till greenen och då man läser det som skrivits om art- och sortval i den här rapporten. Ett problem angående vitgröe är att förädlad material inte finns tillgängligt.

Gödsling är en åtgärd som det finns mycket skrivet om. Det är känt vilken effekt makronäringsämnen har på övervintring. Vissa mekanismer i växten är dock oklara. I det här sammanhanget har klimatet stor betydelse t.ex. vilka tidpunkter för spridning som är lämpliga. Försök genomförda under greenförhållanden i Norden verkar saknas och skulle möjligen vara motiverade. Vad gäller mikronäringsämnen är inte så mycket känt. Det finns på samma sätt oklarheter angående om och hur alla näringsämnen i växten samverkar vid härdningen.

Klippningens inverkan på vinterskador verkar inte vara studerad i försök. Troligen är kunskaperna om dess inverkan erfarenhetsmässiga. Detsamma gäller för slitage under hösten. Den inverkar på liknande sätt som klippning - stör växtens inlagring av reservnäring inför vintern. Vilket klippnings- och slitagemönster som är optimalt för att undvika vinterskador borde utredas i försök.

Den kemiska svampbekämpningen är välutvecklad. Problemen är att antalet godkända preparat är få, att de verkar begränsad tid och svamputvecklingen måste hållas under uppsikt på senvintern samt att det är miljömässigt olämpligt att använda fungicider, framförallt

planmässigt. Utvecklingen av preparat för biologisk bekämpning har på sätt och vis större problem än kemikalieutveckling. Här handlar det ju ofta om att hålla något vid liv, en antagonist, vilket är mer känsligt. Det verkar också finnas mycket lite gjort på det här området. För att kunna utnyttja biologisk bekämpning gäller det troligen i större utsträckning att gynna växtens och hela systemets kondition. Det vore dock önskvärt att hitta en mer långvarig bekämpningsform än kemiska medel kan erbjuda.

Banuppbyggnaden kan liksom istäcket kallas för komplex i sammanhanget. Det är flera faktorer som inverkar och orsakar flera olika skador. Dessutom varierar det vad man vill uppnå med bankonstruktionen! Inför vintern måste vatten dräneras bort medan man kanske vill att greenen ska hålla vatten på sommaren. Det kan också vara till nackdel att konstruktionen håller lite växtnäring. Växterna måste ju ha tillgång t.ex. till kalium för en bra hårdning. Bankonstruktionen är väldefinierad och det finns metoder för att hålla den i bra status (dressning, luftning och vertikalskärning). Dock verkar det inte finnas några studier som *direkt* jämför banuppbyggnad och vinterskador. Både yt- och grunddränering är viktiga inför vintern. Man har provat att torva av delar av greenen för att få en bättre avrinning inför vintern. Kanske går det att utveckla fler metoder för att förbättra dräneringen temporärt under vinterhalvåret.

Snö- och isräjning är inte så väl studerade i försök. Men det är känt vilka för- och nackdelar åtgärden har. Troligen är det en åtgärd som måste utprovas lokalt. Det är ju viktigt att göra åtgärden i rätt tid, för tidigt kan utsätta växterna onödigt för torka, men för sent kan växterna hunnit dö. Snö på tjäle är ett utmärkt skydd medan snö på otjälad mark ger ett bra klimat för svampar. Åtgärder måste alltså övervägas från fall till fall. Med täckning har däremot en del försök gjorts. Dess för- och nackdelar är kända. Det som återstår verkar vara att hitta praktiska lösningar, samt utprova användningen i vårt klimat. Uppvärmning är en dyr åtgärd. Och därför finns också få försök. Men vissa för- och nackdelar är kända. De finska försök som pågår med att värma greener för att få bort is är dock ett steg för att utvärdera uppvärmning. Praktiska lösningar återstår.

Det är tydligt att det finns en mängd åtgärder att vidta. Troligen finns en del att vinna genom att pröva alla dessa. Men det borde också finnas möjligheter att få fram andra åtgärder för att slippa vinterskador, eftersom en green trots allt är ett så pass artificiellt system. Tvärtemot detta kan också hävdas att det just är detta system som ger problem. Att försöka gå tillbaka till ett mer naturligt system - med bibehållna kvaliteter för spel - vore kanske en ännu bättre lösning.

"att ge checklistor för att undgå eller begränsa vinterskador på greener"

Checklistan som presenterats är generell. Den måste vara uppbyggd på det sättet för att kunna passa för olika problem. Checklistan betonar vikten av att ha förutsättningarna klara för sig. Det är viktigt att känna till förhållandena på de egna greenerna och vilka skador man riskerar för att kunna göra lämpliga åtgärder. Det är tänkt att man i varje enskilt fall ska anpassa åtgärderna. Förhoppningsvis ger det även ett större engagemang och fler självstudier på detta sätt. Samtidigt är dock förhoppningen att generaliseringen inte ska vara så stor att checklistan saknar värde.

Forskningsbehov

Utifrån genomgången ovan, med problem och med nuvarande kunskapsläge som bakgrund kan man se fyra potentiella forskningsområden:

1. Härdning mot kyla, svamp och kvävning.
 - Näringsämnenas betydelse; framförallt mikronäringsämnena samt orsaker till samverkan mellan olika ämnen.
 - Slitagets och klippningens betydelse.
2. En torrare/isfri green under vintern.
 - System för bättre ytavrinning.
 - System för dränering i frusen jord.
 - Täckning och/eller uppvärmning.
3. Bättre växtmaterial.
 - Nya arter.
 - Sortprovning under greenförhållanden.
 - Metoder för att producera bra vitgröutsäde
4. Varaktig svampbekämpning.
 - Svampantagonister
 - Preparat med lång varaktighet
 - Verkan hos preparat av typen Inhibiter

Dessa fyra angreppssätt har olika relevans i olika delar av Norden. Eventuella fältförsök kan alltså begränsas till aktuella problemområden. Forskningsområdena är inte rangordnade, men de är antagligen av olika omfattning och olika svårighet att angripa. Teoretiskt skulle det i stort sett vara tillräckligt att lösa ett enda av problemen ovan. I praktiken bör man istället arbeta från flera håll. Antagligen kan mindre förbättringar inom flera områden tillsammans ge en bra effekt.

En ordentlig inventering av problem i olika områden är en lämplig grund för fortsatt arbete. Dokumentering av förhållandena på greener kopplat till skador bör inkluderas. En sådan sammanställning borde man även kunna utnyttja för att dra en del generella slutsatser om skötsel, väder, m.m. och vinterskador. Den skulle troligen också ha ett pedagogiskt värde.

SUMMARY

This report deals with winter-injuries of golf green grasses. It is a literature review that includes matters concerning golf greens in the Nordic countries Denmark, Finland, Norway and Sweden. Grasses occurring on greens in these countries are red fescue (*Festuca rubra*), creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera*), common bentgrass (*Agrostis tenuis*) and annual meadow grass (*Poa annua*). The reader is introduced by some basic facts. Plant physiology and anatomy as well as biology of fungi are treated briefly. History of green construction and some soil physics and chemistry are summarised.

Hardening is a process of great importance for winter survival of grasses. Decreasing temperature and photoperiod are inducing hardening. Light, nutrients and water supply are contributing. A proper hardening lowers the lethal temperature and ultimately protects the plant from cell membrane breakage and leakage of cell constituents.

Different types of damage cause problems in different parts of the countries. Fungi that cause winter-injury on the greens are *Fusarium nivale* (in the southern parts of the area), *Typhula incarnata* (in the middle), *Typhula ishikariensis* and *Sclerotinia borealis* (in the north). The fungi have different preferences of temperature and snow cover. Mechanical injuries are due to crushing or tearing of parts of the plant. This can be caused by traffic or by frost heaving from water saturated soil. Physiological injuries are caused by low temperatures, often in combination with ice, water or snow cover. Freezing injury causes plant death due to ice formation or desiccation of the cell. It occurs when the plant is not enough hardened. High water content of plant or fast temperature drop makes damage more likely. A plant covered by ice or snow so that no gas exchange can occur may die from suffocation due to toxic gases and lack of oxygen. Carbohydrate depletion is caused by long periods when respiration exceeds photosynthesis, for example under a snow cover. Desiccation occurs when transpiration cannot be compensated by water uptake, as in windy areas when soil is frozen.

There are several means of preventing winter injury. This can be done by strengthening the plant, removing the injuring agent or improving the microclimate. Species and cultivars have various ability to withstand the winter. Nitrogen fertilisation makes the plant less hardy while P, K and some other nutrients may increase hardiness. Cutting can make the grass less hardy and prone to infection by pathogens. Dressing may be positive. Pesticides applied in the autumn may be harmful. Fungicides decrease abundance of fungi. Restrictions for traffic on the green at certain periods might be beneficial. Humid climate from shade and depressions in the topography is harmful. The construction material of the green must be well selected and allow proper drainage. Thatch in excess must be prevented. Ice or snow can be removed with melting materials or mechanically. Covers protect from low temperatures and drying winds. Heating is an expensive but possible method of preventing freezing injury, especially from ice cover.

A check list based on the material has been constructed to the aid of greenkeepers. The facts presented in the report are evaluated and need for further investigations are discussed. Conclusions from the review are that four areas need to be developed further; explanations of hardening and what affects it, means to make a dryer green in the winter, finding plant material less prone to damage and finding better methods of controlling fungi.

REFERENSLISTA

- Aastveit, K.** 1985. Genetic aspects of climatic adaptations in plants. I: Plant production in the north. Tromsø: Norwegian University Press.
- Abrahmasvili, G. G.** 1989. *Poa annua* (creeping perennial cultivar "Olympiada-80") as a frost-resistant turfgrass species for sport fields. Proceedings of the sixth international Turfgrass Research Conference 6: 141-142.
- Adams, W. A.** 1986. Practical aspects of sportsfield drainage. Soil Use and Management 2(2): 51-54.
- Adams, W. A. & Gibbs, R. J.** 1994. Natural turf for sport and amenity. Cambridge: University Press.
- Agrios, G. N.** 1988. Plant pathology. London: Academic Press.
- Altman, J.** 1971. Environmental factors influencing turfgrass diseases. Proc. Scotts Turfgrass Res. Conf. 2: 1-12.
- Andersen, I. L.** 1988. Virkning av höstspröyting med fenoksysyrepreparater på övervintring av eng i Vest-Finnmark. Nordisk jordbruksforskning 1: 60-89.
- Andrews, C. J.** 1988a. Physiological properties of plants affecting ice encasement tolerance. Nordisk jordbruksforskning 1: 60-89.
- Andrews, C. J.** 1988b. Ice encasement injury at cellular level. Nordisk jordbruksforskning 1: 60-89.
- Anonym.** 1995. Inhibiter. Broschyr 4 s. Kent: Farmura limited.
- Ashworth, E. N.** 1992. Formation and spread of ice in plant tissues. I: Janick, J. Horticultural Reviews, Vol. 13, s. 215-255. John Wiley & Sons Inc.
- Baldwin, N. A.** 1992. Report on the testing of Inhibiter for control of Fusarium patch disease of fine turf. Stencil 2 s. Bingley: The Sports Turf Research Institute.
- Beard, J. B.** 1963a. Causal factors in the winter injury of turfgrasses. Agronomy Abstracts 55: 117.
- Beard, J. B.** 1963b. Low temperature injury in the lower portion of *Poa annua* L. crowns. Crop Sci. 3: 362-363.
- Beard, J. B.** 1964a. Causal agents in winter injury in turfgrasses and their relative importance. Agronomy Abstracts 56: 99.
- Beard, J. B.** 1964b. Effect of ice, snow and water covers on Kentucky bluegrass, annual bluegrass and creeping bentgrass. Crop Sci. 4: 638-640.
- Beard, J. B.** 1964c. Effects of ice, snow and water cover on two perennial grasses. Crop Sci. 4: 1389.
- Beard, J. B.** 1965a. Bentgrass (*Agrostis* spp.) varietal tolerance to ice cover injury. Agronomy J. 55:
- Beard, J. B.** 1965b. Effects of ice covers in the field on two perennial grasses. Crop Sci. 5:139-140.
- Beard, J. B.** 1969a. Covers for the protection of turfgrasses against winter desiccation. Agronomy Abstracts 61: 52.
- Beard, J. B.** 1969b. Winter injury of turfgrasses. Proceedings of the first International Turfgrass Research Conference, s. 226-234.
- Beard, J. B.** 1982. Turf management for golf courses. New York: Macmillan Publishing Company.
- Beard, J. B.** 1990. A manual on swedish golf course turf construction, establishment and maintenance. 115 s. Texas A & M University, SGF.
- Beard, J. B. & Rieke, P. E.** 1966. The influence of nitrogen, potassium and clipping height on the low temperature survival of grasses, Agronomy Abstracts 58: 34.
- Bekämpningsmedel 1995.** 1995. Stockholm: LTs förlag.

- Bergmann, W. (red.).** 1992. Nutritional disorders of plants. Development, visual and analytical diagnosis. Stuttgart: Jena.
- Burke, M. J., Gusta, L. V., Quamme, H. A., Weiser, J. C. & Li, P. H.** 1976. Freezing and injury in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27: 507-528.
- Callahan, L. M.** 1985. Turf winter kill and spring kill phenomena. *Proceedings of the 19th Annual Tennessee Turfgrass Conference*, s. 70-73.
- Carrow, R. N. & Petrovic, A. M.** 1992. Effects of traffic on turfgrasses. *Agronomy Monograph* 32: 285-330.
- Christians, N. E., Diesburg, K. L. & Nus, J. L.** 1985. Effects of nitrogen fertilizer and fall topdressing on the spring recovery of *Agrostis palustris* Huds. *Proceedings of the Fifth International Turfgrass research Conference, July 1985*, s. 459-468.
- Cook, T. W. & Duff, D. T.** 1976. Effects of K fertilization on freezing tolerance and carbohydrate content of *Festuca arundinacea* Schreb. maintained as turf. *Agronomy J.* 68(1): 116-119.
- Cuddeback, S. & Petrovic, A. M.** 1973. Traffic effects on the growth and quality of *Agrostis palustris* Huds. (creeping bentgrass). *Proceedings of the 5th International Turfgrass Research Conference*.
- Dahl, A.** 1933. Snow mould of turfgrasses as caused by *Fusarium nivale*. *Phytopathology* 24(3): 197-215.
- Dahlsson, S. O.** 1987. Klipppta gräsytor. Kunskapssammanställning. I: Kunskaper om gräs. (Sveriges lantbruksuniversitet, ALA/MOVIUM och Institutionen för landskapsplanering, Stad & land nr 61) Alnarp.
- Dahlsson, S. O.** 1988. Praktiska observationer kring isläggningsskador på sportytor i Sverige. *Nordisk jordbruksforskning* 1: 60-89.
- DeVore, N. & Evans, G. E.** 1982. Reduction of winter water loss from turf. *Proc. Mont. Acad. Sci.* 41: 43-45.
- DiPaola, J. M. & Beard, J. B.** 1992. Physiological effects of temperature stress. *Agronomy* 23: 231-267.
- Eagles, C. F. & Williams, J.** 1992. Hardening and dehardening of *Lolium perenne* in response to fluctuating temperature. *Annals of Botany* 70: 333-338.
- Ekstrand, H.** 1955. Höstsädens och vallgräsens övervintring. *Statens växtskyddsanstalt meddelande* nr 67, 125 s.
- Evans, G. E.** 1975. Vinter mulch covers, spring vigor and subsequent growth of *Agrostis*. *Agronomy J.* 67: 449-454.
- Fries, N.** 1973. Fysiologisk botanik. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Fuller, M. P.** 1980. The winter-hardiness of grasses - a review. *J. Sports Turf Research Institute* 56: 116-127.
- Gatschet, M. J., Taliaferro, C. M., Anderson, J. A., Porter, D. R. & Anderson M. P.** 1994. Cold acclimation and alterations in protein synthesis in bermudagrass crowns. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 119(3): 477-480.
- Gay, A. P. & Eagles, C. F.** 1991. Quantitative analysis of cold hardening and dehardening in *Lolium*. *Annals of Botany* 67: 339-345.
- Gilbert, W. B. & Davis, D. L.** 1967. Relationship of potassium nutrition and temperature stresses on turfgrasses. *Agronomy Abstracts* 59: 52.
- Goss, R. L.** 1969. Some inter-relationships between nutrition and turfgrass diseases. *Proceedings of the first International Turfgrass Research Conference*, s. 351-361.
- Goss, R. L. & Gould, C. J.** 1967. The effect on potassium on turfgrass and its relationship to turfgrass diseases. *Agronomy Abstracts* 59: 52.
- Goss, R. L. & Gould, C. J.** 1968. Some inter-relationships between fertility levels and *Fusarium* patch disease of turfgrasses. *J. Sports Turf Res. Inst.* 44: 19-26.

- Gossen, B. D. & Smith, J. D.** 1990. Survey of golf courses for winter injury in 1989. *Can. Plant Dis. Surv.* 70(1): 104.
- Gray, E. G. & Copeman, G. J. F.** 1975. The role of snow mould in winter damage to grassland in Northern Scotland. *Annals of Applied Biology* 81: 247-251.
- Guðleifson, B. E.** 1988. Extent and importance of ice encasement on gramineous plants in the Nordic countries. *Nordisk jordbruksforskning* 1: 61.
- Gusta, L. V., Butler, J. D., Rajashekar, C. & Burke, M. J.** 1980. Freezing resistance of perennial turfgrasses. *HortScience* 15(4): 494-496.
- Guy, C. H.** 1990. Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism. *Ann. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 41: 187-223.
- Hallen, L.** 1992. Växtskyddsproblem på golfbanor. I: 33:e svenska växtskyddskonferensen Uppsala 29-30 januari 1992, s. 79-84. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd.
- Halling, M. A. & Svanäng, K.** 1994. Övervintring av jordbruksgrödor. Principer, skador och odlingsåtgärder. Stencil 16 s. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. f. växtodlingslära.
- Harder, P. R. & Troll, J.** 1973. Antagonism of *Trichoderma* spp to sclerotia of *Typhula incarnata*. *Plant disease reporter* 57(11): 924-926.
- Heber, U.** 1967. Freezing injury and uncoupling of phosphorylation from electron transport in chloroplasts. *Plant Physiol.* 42: 1343-1350.
- Jackson, N. & Fenstermacher, J. M.** 1969. *Typhula* blight; its cause, epidemiology and control. *J. Sports Turf Res. Inst.* 45: 67-73.
- Jones, H. G.** 1992. Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology. 2:a uppl. Cambridge: University Press.
- Jönsson, H. A. & Nilsson, C.** 1983. Urval för *Fusarium*- och *Typhula*-resistens. *Nordisk jordbruksforskning* 65(1): 5.
- Kacperska, A.** 1989. Metabolic consequences of low temperature stress in chilling-insensitive plants. I: Li, P. H. (red.). *Low temperature stress physiology in crops*. Boca Raton: CRC Press Inc.
- Karlsson, I. M.** 1988. Soil construction, drainage and maintenance for Swedish grassed parks and sports fields. *Acta Agric. Scand. Suppl.* 26.
- Kaurin, Å.** 1988. Effects of exogenous application of ABA, PEG and DMSO on frost hardening of *Poa alpina* and *Festuca vivipara*. *Nordisk jordbruksforskning* 1: 74.
- Klebesadel, L. J.** 1985. Hardening behavior, winter survival, and forage productivity of *Festuca* species and cultivars in subarctic Alaska. *CropSci.* 25(3): 441-447.
- Laidlaw, A. S. & Berrie, A. M. M.** 1977. The relative hardening of root and shoots and the influence of day-length during hardening in perennial ryegrass. *Annals of applied Biology* 87: 443-450.
- Lebeau, J. B.** 1967. Soil warming and winter survival of turfgrass. *J. Sports Turf Res. Inst.* 43: 5-11.
- Lebeau, J. B. & Logsdon, C. E.** 1958. Snow mould of forage crops in Alaska and Yukon. *Phytopathology* 48(3): 148-150.
- Lewitt.** 1980. Responses of plants to environmental stresses. Vol. 1, Chilling, freezing and high temperature stress. New York: Academic press.
- Limin, A. E. & Fowler, D. B.** 1987. Cold hardiness of forage grasses grown on the Canadian prairies. *Can. J. of Plant Sci.* 67: 1111-1115.
- Lomakka, L.** 1988. Förebyggande och reparation av is- och vattenskador i vall. *Nordisk jordbruksforskning* 1: 85.
- Lucas, L. T.** Diseases on bentgrass on high-sand-content golf greens. Turfgrass disease information note no 4. Stencil 5 s.

- Madison, J. H., Petersen, L. J. & Hodges, T. K.** 1960. Pink snow mould on bentgrass as affected by irrigation and fertilizers. *Agronomy J.* 52(10): 591-592.
- Mazur, A. R.** 1971. Winter injury problems. Proceedings of the 12th Illinois Turfgrass Conference, s. 25-27.
- McLeester, R. J., Weiser, C. J. & Hall, T. C.** 1969. Multiple freezing points as a test for viability of plant stems in the determination of frost hardiness. *Plant Physiology* 44: 37-44.
- Meiners, J. P. A.** 1955. Etiology and control of snow mould of turf in the Pacific northwest. *Phytopathology* 45(1): 59-62.
- Mengel, K. & Kirby, E. A.** 1987. Principles of plant nutrition. 4:e uppl. Bern: International Potash Institute.
- Meyer, W. A.** 1982. Breeding disease resistant coolseason turfgrass cultivars for the US. *Plant disease* 66(4): 341-344.
- Mohr, H. & Schopfer, P.** 1995. *Plant physiology*. Berlin: Springer.
- Nus, J. L. & Shashikumar, K.** 1993. Fungi associated with dead spot reduces freezing resistance in bermudagrass. *HortSci.* 28(4): 306-307.
- Paatela, J. & Järvinen, E.** 1994. Gräsförsök på golfbana. Finlands golfförbund.
- Peel, C. H.** 1982. A review of the biology of *Poa annua* L. - with special reference to sports turf. *J. Sports Turf Research Institute* 58: 28-40.
- Peterson, L., Madison, J. H. & Kono, T.** 1959. The incidence of pink snowmould on seaside and highland bentgrasses as influenced by irrigation practices and fertilization levels. *Agronomy Abstracts* 51: 90-91.
- Pettersson, S.** 1995. Low root zone temperature effects on net mineral nutrient uptake and distribution in barley (*Hordeum vulgare*). *J. Plant Physiol.* 145: 459-464.
- Pulli, S.** 1986. Climatic factors in relation to winterhardiness. I: Lantbruksväxternas övervintring. NJF, Seminar no 84.
- Rajashekar, C., Tao, D & Li, P. H.** 1983. Freezing resistance and cold acclimation in turfgrasses. *HortScience* 18(1): 91-93.
- Ravanti, S. & Miettinen, E.** 1988. Ice encasement and water logging damage in winter cereals and grasses in Finland. *Nordisk jordbruksforskning* 1: 60-89.
- Razmjoo, K. & Kaneko, S.** 1993. Effect of fertility ratios on growth and turf quality of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in winter. *J. Plant Nutr.* 16(8): 1531-1538.
- Roberts, J. M.** 1986. Influence of protective covers on reducing winter desiccation of turf. *Agronomy J.* 78(1): 145-147.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W.** 1985. *Plant physiology*. 3:e uppl. Belmont, Kalifornien: Wadsworth publishing company.
- SGF.** 1949. Golfanläggningar. Organisation, byggnad, underhåll, drift. Göteborg: SGF
- SGF.** 1977. Banskötsel. Pårm. SGF.
- SGF.** 1991. Greenuppbyggnad. Danderyd: SGF.
- Shashikumar, K. & Nus, J. L.** 1993. Cultivar and winter cover effects on bermudagrass cold acclimation and crown moisture content. *Crop Sci.* 33(4): 813-817.
- Shurtleff, M. C., Fermanian, T. W. & Randell, R.** 1987. Controlling turfgrass pests. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Skirde, W.** 1971. Further results of covering turf in winter. *Rasen-Turf-Gazon* 2(4): 123-125.
- Smiley, R. W.** 1981. Nontarget effects of pesticides on turf grass. *Plant disease* 65(1): 17-23.
- Smith, J. D.** 1951. Fungi and turf diseases. *J. Sports Turf Res. Inst.* 8(27): 60-66.
- Smith, J. D.** 1958. The effect of lime application on the occurrence of *Fusarium* patch disease on a forced *Poa annua* turf. *J. Sports Turf Res. Inst.* 9(34): 467-470.
- Smith, J. D.** 1976. Snow mould controll in turfgrasses with fungicides in Saskatchewan 1971-74. *Canadian plant disease survey* 56(1): 1-8.

- Smith, J. D.** 1977. The effects of nitrogen and phosphorous fertilization on the incidence of LBT snow mould on lawn turf. *Rasen-Turf-Gazon* 8(3): 74-75.
- Smith, J. D.** 1989. Overwintering diseases of turf grasses of physiological or mechanical origin. *Rasen-Turf-Gazon* 20(1): 12-24.
- Smith, J. D.** 1992. Snow mould fungi in Canada. *Norwegian J. Agric. Sci.* suppl. no. 7, s. 5-12.
- Smith, J. D. & Kaurin, Å.** 1988. Abiotic overwintering diseases of amenity turf grasses. *Nordisk jordbruksforskning* 1: 60-89.
- Smith, J. D. & Kaurin, Å.** 1989. Overwintering diseases of turf grasses of physiological or mechanical origin. *Rasen-Turf-Gazon* 20: 12-24.
- Smith, J. D. & Årsvoll, K.** 1975. Competition between basidiomycetes attacking turfgrasses. *J. Sports Turf Res. Inst.* 51: 46-51.
- Smith, J. D., Jackson, N. & Woolhouse, A. R.** 1989. Fungal diseases of amenity turf grasses. 3:e uppl. London: E. & F. N. Spon.
- Sparrow, S. D. & Wooding, F. J.** 1978. Some research on turfgrasses at Fairbanks. *Agroborealis* 10(1):12-14.
- Statens naturvårdsverk.** 1980. Golfbanor. Planering och utformning. Meddelande 1/1980. Solna
- Svensson, R.** 1995. Sammanställning av bedömningar i officiell sortprovning av gräsmattegräs, sått 1990. Stencil 28 s. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Tronsmo, A. M.** 1983. Inducert resistens mot plantepatogen i gräs etter herding ved lav temperatur. *Nordisk jordbruksforskning* 65(1): 4.
- Tronsmo, A. M.** 1984. Predisposing effects of low temperature on resistance to winter stress factors in grasses. *Acta Agric. Scand.* 34: 210-220
- Tronsmo, A. M.** 1993. Resistens mot vinterskader i engvekster og korn. *Växtskyddsnotiser* 57(4): 130-134.
- Tronsmo, A. M. & Svendsen, S.** 1988. Ice encasement tolerance in timothy and cocksfoot - a possible screening method for application in breeding programs. *Nordisk jordbruksforskning* 1: 60-89.
- USGA.** 1973. Refining the green section specifications for putting green construction. *USGA Green Section Record* 11(3): 1-8.
- USGA.** 1993. USGA recommendations for a method of putting green construction.
- Vestman, G.** 1983. Resistens mot *Typhula* och *Fusarium* i grönytegräs. *Nordisk jordbruksforskning* 65: 6.
- Vestman, G. & Johnsson, L.** 1983. Bekämpning av utvintringssvampar i olika arter och sorter av grönytegräs, infekterade med snömögel (*Fusarium nivale*) och trådklubba (*Typhula ishikariensis*). *Weibulls Grästips* 23-25: 3-8.
- Watschke, T. L.** 1981. The physiological aspects of winter dormancy, injury and survival. *Proceedings of the 51st Annual Michigan Turfgrass Meeting Conference* 10: 61-62.
- Watson, J. R.** 1968. Blankets to protect golf greens against winter injury. *Agronomy Abstracts* 60: 61.
- Welterlen, M. S. & Watschke, T. L.** 1982. The effects of fall drought stress, fall applied nitrogen and late winter ice cover on the cold hardiness of Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) turf. *Agronomy Abstracts* 74: 146.
- Wood, G. M., Cohen, R. P. & Sullivan, W. M.** 1979. Evaluating turfgrasses for cold tolerance. *Agronomy Abstracts* 71: 126.
- Ylimäki, A.** 1962. The effect of snow cover on temperature conditions in the soil and overwintering of field crops. *Ann. Agric. Fenniae.* 1: 192-216.
- Zanoni, L. J., Michelson, L. F., Colby, W. G. & Drake, M.** 1969. Factors affecting carbohydrate reserves of cool season turfgrasses. *Agronomy J.* 61:195-198.

- Årsvoll, K. 1973. Winter damage in Norwegian grasslands, 1968-1971. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 52(3), 21 s.
- Årsvoll, K. & Larsen, A. 1977. Effects of nitrogen, phosphorous and potassium on resistance to snow mould fungi and on freezing tolerance in *Phleum pratense*. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 56(29), 14 s.
- Årsvoll, K. & Smith, J. D. 1978. *Typhula ishkariensis* and its varieties, var. *idahoensis* comb. nov. and var. *canadensis* var. nov. Can. J. Bot. 56: 348-364.
- Årsvoll, K. & Smith, J. D. 1983. Descriptions of grass diseases no 12. Snow scald, Sclerotinia snow mould. Weibulls grästips 22-25.

Personliga meddelanden

- Bankonsulent Vagn Dissing. 1996. DGU, Brøndby.
- Greenkeeper Kim von Essen. 1996. Hauger golfklubb, Slattum.
- Bankonsulent Björn Israelsson. 1996. SGF, Hudiksvall.
- AgrD Lennart Johnsson. 1996. Institutionen för växtpatologi, SLU, Uppsala.
- AgrD Ingrid Karlsson. 1996. Institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala.
- Lantmästare Håkan Lindberg. 1996. Bayer-Gullviks AB, Stockholm.
- AgrD Bengt Lundegårdh. 1996. Institutionen för växtodlingslära, SLU, Uppsala.
- Agronom Maria Nylander. 1996. Institutionen för molekylärgenetik, SLU, Uppsala.
- Växtförädlare Cilluf Svensson. 1996. Svalöf Weibull AB.
- Hortonom Roland Svensson. 1996. Institutionen för trädgårdsvetenskap, SLU, Alnarp.

LITTERATURTIPS

- Beard, J. B. 1966. Winter injury. *The Golf Superintendent* 34(1): 24, 26-27.
- Beard, J. B. 1967. Winter injury and prevention. *Turf Bullentin* 4(4): 20-21.
- Beard, J. B. 1969. Effect of temperature stress on *Poa annua*. *California Turfgrass Culture* 19(1): 1-2.
- Beard, J. B. 1969. Low temperatures and *Poa annua*. *New York Turfgrass Association Bullentin* 83, s. 323-324.
- Beard, J. B. 1972. Low temperature turfgrass kills. *Weeds, Trees and Turf* 11(11): 14-14, 28-29.
- Beard, J. B. 1972. Ten years of research on winter injury on golf courses; causes and prevention. *USGA Green Section Record* 10(6): 3-8.
- Beard, J. B. 1977. Protecting against winterkill *Grounds Maintenance* 12(9): 60, 62.
- Beard, J. B. 1977. Recognizing and preventing winter damage to turf. *Grounds Maintenance* 12(3): 36, 38, 43.
- Beard, J. B. 1979. Winter injury to turf. *Grounds Maintenance* 14(3): 26, 28, 116, 118.
- Beard, J. B. 1985. Don't let winter kill you. *Grounds Maintenance* 20(9): 8, 10, 12.
- Beard, J. B. 1986. Temperature stress hardiness of perennial ryegrasses. *Grounds maintenance* 21(4): 84, 86.
- Beard, J. B. 1990. Cold hardiness in warm season turfgrasses. *Grounds Maintenance*, s. 22, 56, 58.
- Beard, J. B. 1990. Did your turf survive the December cold blast? *Grounds Maintenance*, 25(3): 36, 38, 117
- Beard, J. B. 1993. Ten years of research on winter injury on golf courses: causes and prevention. *Newsnotes summer*: 12-14.
- Burpee, L. 1988. Preventative control of cold-weather diseases. *Golf Course Management* 56(8): 62, 64, 66.
- Butler, J. D. & Feldhake, C. M. 1979. Drought tolerance and water relationships of turfgrasses hardiness. *Calif. Turfgrass. Cult.* 29(1): 3-5.
- Cassnoff, D. M. 1988. Winterkill. *The Bull Sheet* 41(10): 20.
- Cooper, R. J. 1982. Protecting turf from winter injury. *Golf Course Management* 50(12): 30-32.
- Dahlsson, S. O. 1975. Spåren förskräcker. *Weibulls grästips* 18: 11-14.
- Dauplaise, M. 1993. Ouch! many courses in Wisconsin have been hit by the dreaded "winter kill". *Wisconsin Golf*, s. 8-9.
- Dernoeden, P. H. 1989. Winter turfgrass diseases. *Grounds Maintenance* 24(10): 26, 28.
- DiPaola, J. 1988. Improving turfgrass survival in winter. *Lawn Servicing* 5(1): 6-8.
- Goss, R. L. 1979/80. Water and its uses (managing turfgrass). *Better Crops Plant Food* 63: 10-11.
- Gurney, M. 1985. Cover your grass, part two. *Greensmaster*.
- Hope, E. 1983. Winter damage/recovery practices. *Greenmaster*, April, s. 10.
- Landry, G. 1985. Managing frosted and frozen turf. *Northern Ohio Turf* 26(10): 4.
- Landsdowne, B. 1975. Preventing winter damage to turfgrass. *Chips & Putts* 4(3): 1-2.
- Latham, J. M. 1991. Winter wagons minimize Dakota desiccation. *USGA Green Sect. Rec.* 29(2): 17.
- Lettner, R. G. 1987. Cover your grass part IV: Greens and green covers. *Greenmaster* 23(5): 29.
- Moraghan, T. P. 1992. Ice and snow. *USGA Green Section Record* 30(3): 36-37.
- Ohr, H. D. 1978. Management practices to minimize disease problems. *Calif. Turfgrass. Cult.* 28(1): 1-5.

- Radko, A. M.** 1978. Questions from the floor - Does playing golf on frozen greens damage them? *The Golf Superintendent* 46(1): 13.
- Record, L.** 1972. Winter injury in the cool temperate zone. *The bull sheet* 26(7): 8-9.
- Record, L.** 1972. Winter injury in the cool temperature zone. *USGA Green Section Record* 10(1): 2-4.
- Reim-Vis, F.** 1983. Economy in fertilization and maintenance of sports turf for winter play. *Zeitschrift fuer Vegetationstechnik im Landschafts und Sportstattenbau* 6(3): 84-87.
- Roberts, J. M.** 1991. The big cover up that can save your turf. *Grounds Maintenance* 26(11): 25-26.
- Rossi, F.** 1994. Understanding freezing stress injury of cool-season turfgrasses. *Golf Course Management* 62(12): 49-51.
- Savoie, P.** 1992. Coverings for greens. *Greenmaster* 26(5): 32
- Sidenstucker, C.** 1979. Preventing ice damage. *Golf Course Management* 47(10): 27.
- Skorulski, J.** 1992. Winter covers: Are they for you? *USGA Green Sect. Rec.* 30(6): 16-18.
- Skorulski, J.** 1994. Covering up for winter. *USGA Gren Sec. Rec.* 33(3): 16-17.
- Smith, J. D.** 1987. Some problems in golf fairway turf in Saskatchewan. *Greenmaster* 23(5): 40.
- Snow, J. T.** 1979. Promoting recovery from winter injury. *USGA Green Section Record* 17(1): 11-13.
- Snow, J. T.** 1980. Putting greens: Dealing with snow and ice accumulations. *USGA Green Section Record* 18(1): 1-3.
- Snow, J. T.** 1987. Politics, religion, and winter play on greens. *USGA Green Sect. Rec.* 25(6): 1-4.
- The lawn institute.** 1987. Is your lawn ready for ice and snow? *Nothwest Turfgrass Topics* 30(4): 3
- Torello, W. A.** 1987. (Concepts regarding winter and shade stress). *Cahier des Journees Horticoles Ornementales* 3: 38-43.
- Vavrek, Jr., R. C.** 1992. Excelsior green covers. *USGA Green Record*, May/June, s. 39-41.
- Watche, T. L.** 1990. Turfgrass in winter. *Grounds maintenance* 25(1): 26, 52.
- Watschke, T.** 1988. Focus on winter turf injury - preventing desiccation. *Grounds Maintenance* 23(10): 66-70.
- Watson, J. R.** 1978. The causes of winter - early spring damage to golf turfgrass. *Minnesota GCSA's "Hole notes"*.
- Watson, J. R.** 1979. The causes of winter - early spring damage to golf turfgrass. *Royal Can. Golf Association Newsletter*.
- Watson, J. R.** 1981. Causes of late winter-early spring damage. *Weed-Trees-Turf* 20(3): 62-63.
- White, C. B.** 1984. Playing par with Jack Frost. *USGA Green Section Record* 22(5): 8-11.