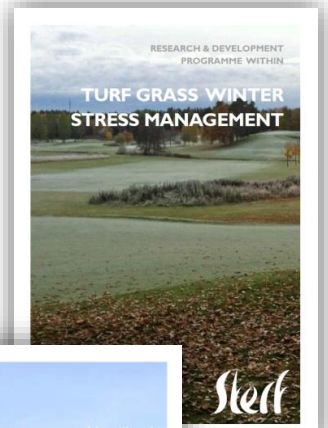
NIBIO
NORWEGIAN INSTITUTE OF BIOECONOMY RESEARCH

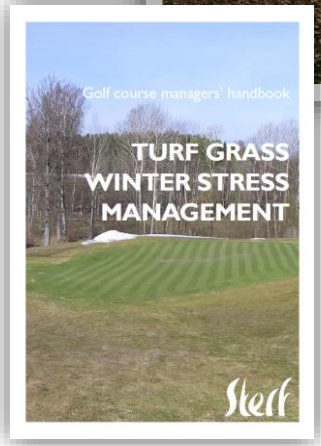
Gressets vanskelige valg: Vekst eller herding ?

Tatsiana Espevig, Wendy M. Waalen, Agnar Kvalbein and Trygve S. Aamlid

WSM seminar

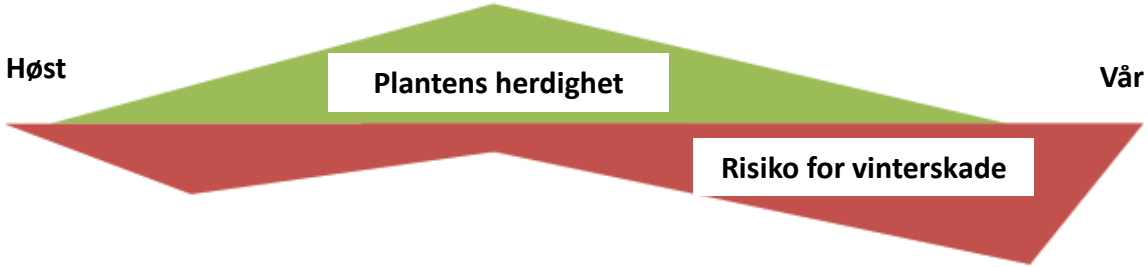
10 November 2017, Gardemoen





http://www.sterf.org/

Resistens mot ulike vinterskader gjennom vinteren



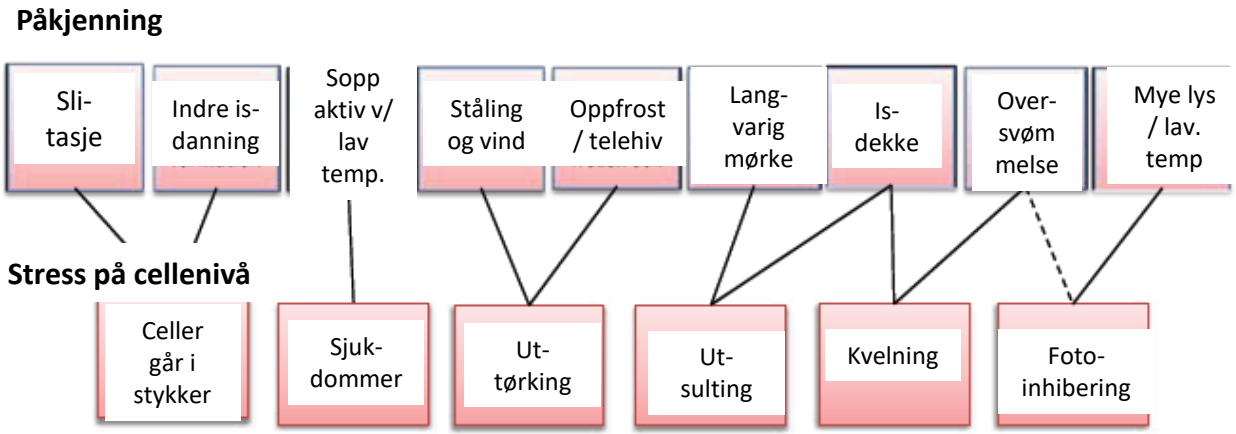


Photo: A. Tronsmo

Herding før vinteren

- Fører til økt frosttoleranse
- Genetisk tilpasning gjør at ulike gressarter reagerer forskjellig
- Skuddveksten avtar når døgnmiddelteperaturen (MDAT) går under 10 °C, dvs:

  MDAT= (Døgnets maksimum + Døgnets minimum)/2 ≤ 10 °C

  (Kussow, 1988)

– MEN: Gressartene som vi bruker er ikke i hvile om høsten og vinteren

Positiv sammenheng mellom vekstavslutning og frosttoleranse

	Høydevekst (middel for vekstsesongen)	Høydevekst, nov. 2012	Reduksjon i toppvekst	Frost-toleranse nov. 2012
	mm / day	mm / day	ganger	LT_{50}, °C
Krypkvein	0.70	0.01	59	-31
Rødsvingel u/utløp.	1.25	0.03	42	-21
Rødsv., korte utløp.	1.10	0.04	26	-19
Engkvein	0.95	0.04	27	-20
Tunrapp	0.60	0.17	4	-14

Korrelasjons-koefffisient (r) = 0.95

* Middel av 2003-06 & 2007-10 I SCANGREEN forsøk på Landvik (Aamlid & Molteberg, 2011; Aamlid et al., 2012)

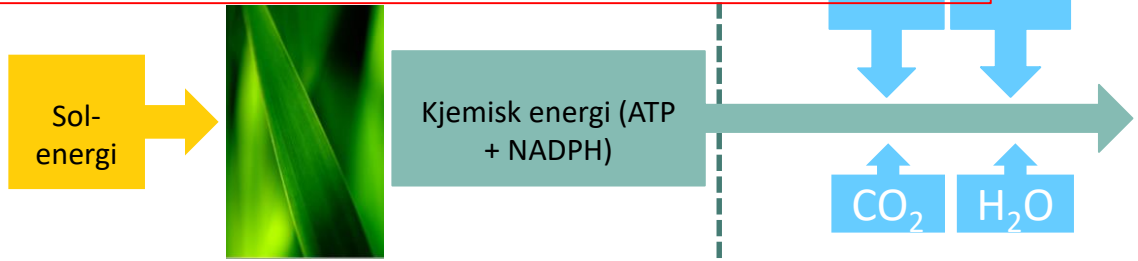
Lyset virker inn på herdinga

Fotosyntesens to reaksjoner

Lysreaksjonen
lysavhengig

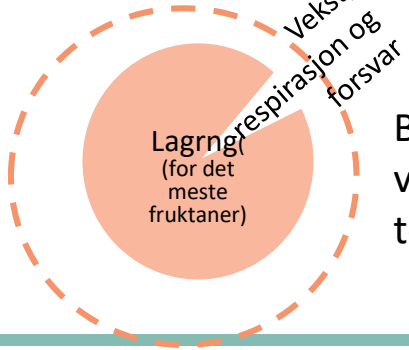
Mørkereaksjonen
temperaturavhengig

Fotoinhibering minimal hvis lysreaksjonen og mørkereaksjonen går like fort.



Fotoinhibering hvis lysreaksjonen går fortere enn mørkereaksjonen

Bruk av sukkeret ved optimal temp. for vekst



Bruk av sukkeret ved lav 'herdings-temperatur'

Les mer: Huner et al., 1993; Ensminger et al., 2006; Huang et al., 2017

Figur: T. Espevig

Minimumstemperaturen for fotosyntese er ned ttil -4 °C (Skinner et al., 2007; Höglind et al., 2011)
Optimal veksttempertur er 18-24 °C (Fry and Huang, 2004)

Herding

Tor faser for høstkorn og flerårig gress (Tumanov, 1940):

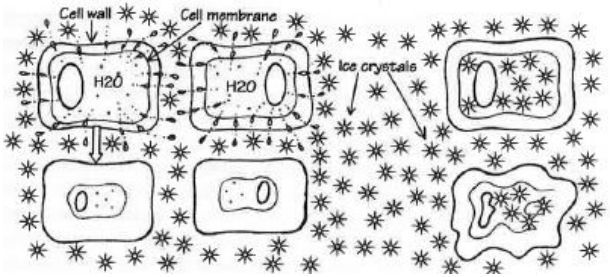
- **Første fase:**
  - Lave, ikke-frysende temperaturer: 10 °C (dag) - 0 °C (natt)
  - Endrigner I oppbygging av membrane, karbohydrat-omsetning, protein-omsetning
- **Andre fase:**
  - Temperatur like frysepunktet (-2...-5 °C)
  - Insdannelse mellom cellene og mindre vann i cellene.

- Ikke klart skille mellom de to fasene I felt

Mer om dette, f.eks. hos Huang, DaCosta & Jiang, 2017

Virkning av herding ved temp. under 0°C på frosttoleranse

Fiur ved Angie Settle fra Fry & Huang 2004



Ekstracelluær frost

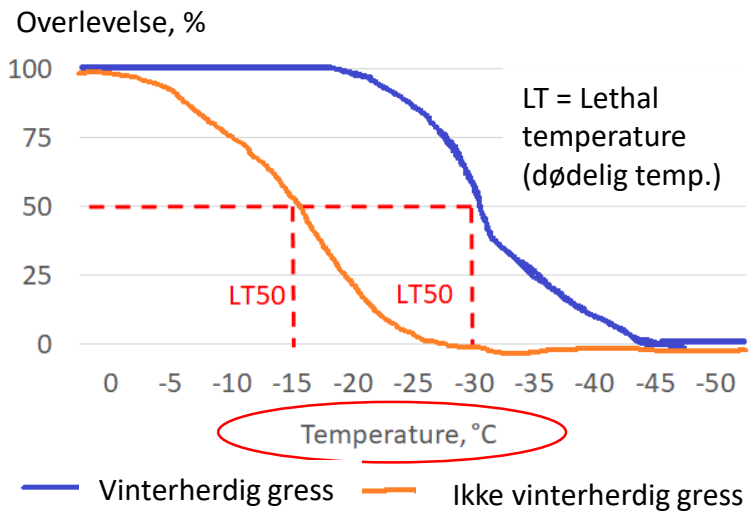
Intracellulær frost (dødelig)

Gusta & Wisniewski, 2012

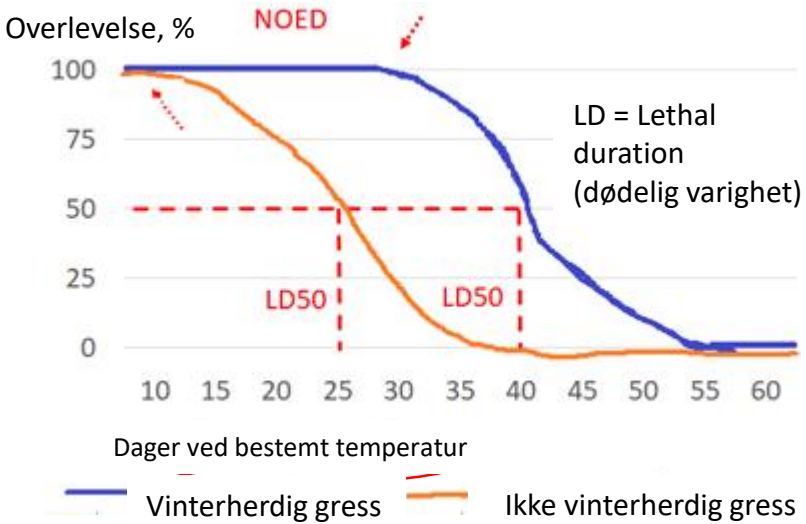
Unngåelse	Toleranse
Kjerner for isdannelse	Membran-oppbygging
Stoffer som hindrer slike kjerner	Osmotisk justering
Is bare på bestemte steder i planta	Regulering av plantehormoner
Underkjølt vann	Frosthemmende forbindelser
Kraftig underkjøling	Antioksidant forsvars-system
Dannelse av islinser	Proteiner som dannes ved kulde
Barrierer for isdannelse	Produksjon av sucker og andre løste stoffer
	Kontroll med herding og avherding

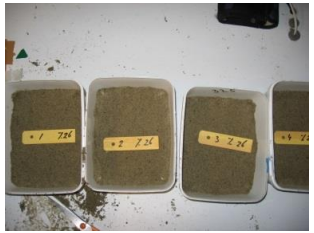
To måter å måle frosttoleranse

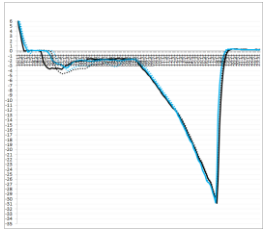
Dødelig temperatur for 50 % av plantene (LT50)



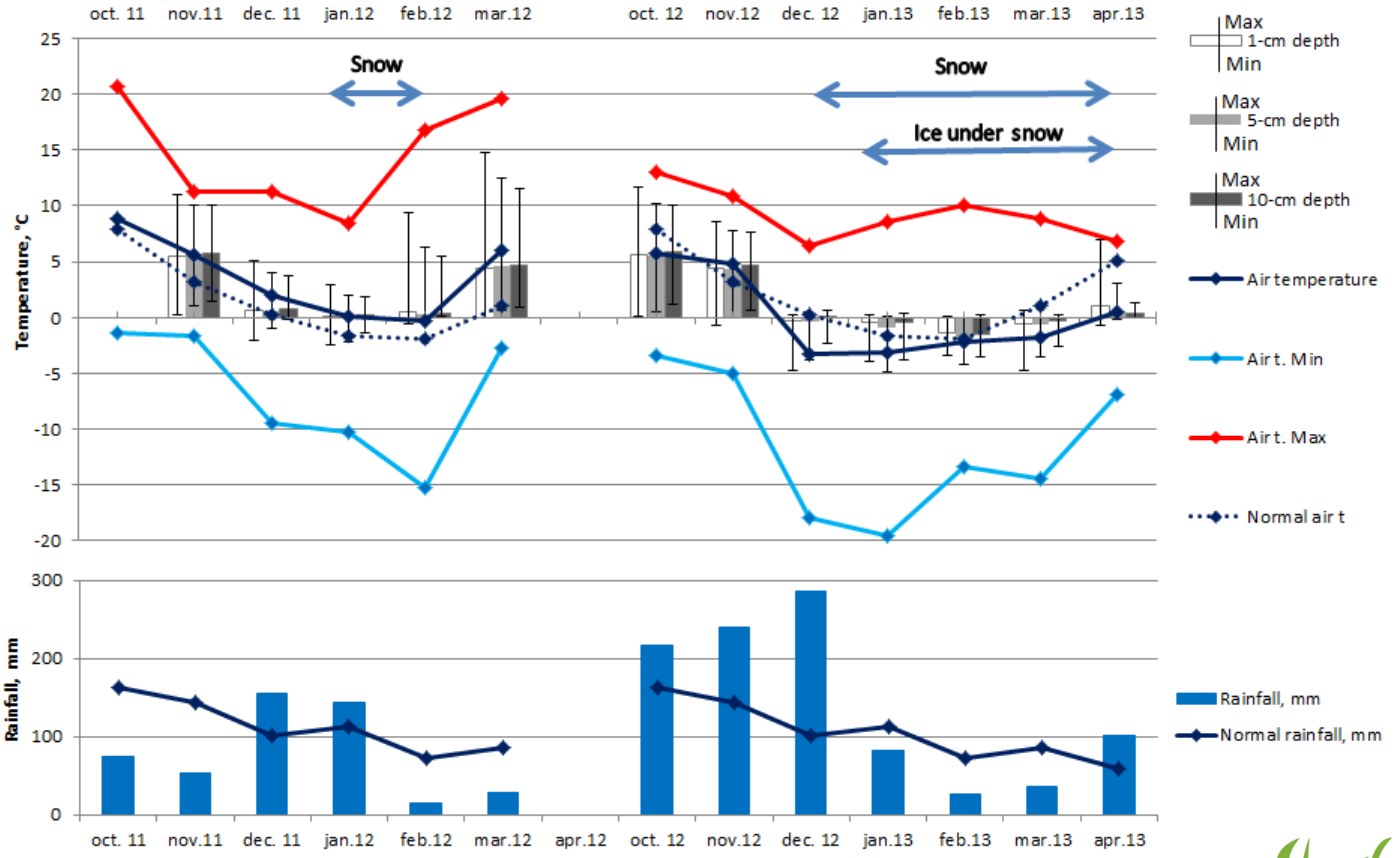
Ikke-skadelig varighet av frost
No observed effect duration (NOED)







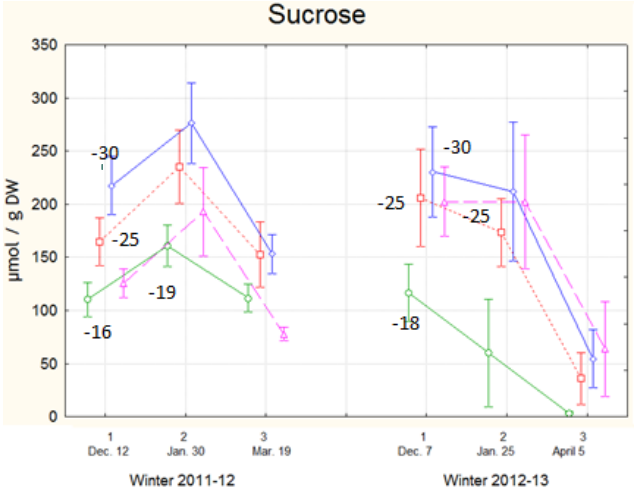
Jordtemperatur gjennom to vintre i fairway på Landvik

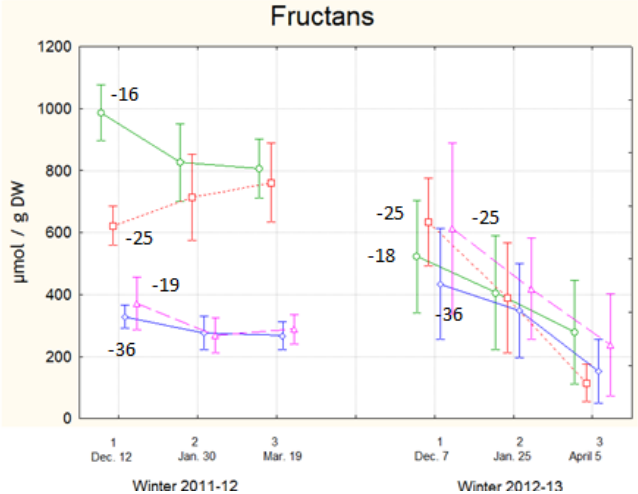


NIBIO

Sterf

Lagring og forbruk av karbohydratreserver i gresset avhenger av gressart og været gjennom vinteren





- Fairway på NIBIO Landvik
- God eller dårlig drenering
- 4 gressarter/underarter
- Uttak av prøver til karbohydrat-bestemmelse gjennom to vintre
- Analyse av gresskroner

Lp, Perennial ryegrass 'Bargold'	Flerårig raigras
Frc flerårig raigras 'Musica'	Rødsv. uten utløpere
Pp, Kentucky bluegrass 'Limousine'	Engrapp
Frr, Strong creeping red fescue 'Frigg'	Rødsv. lange utløp.

Frosttoleranse av de fire gressartene/ underartene i fairway, Landvik

	LT50 (°C)	LD50 (dager ved -8°C)	NOED (dager)	
	Dec. 2011		Dec. 2011	Dec. 2012
Flerårig raigras 'Bargold'	-16 d	13 b	12	30 (god drenering 24 (vannmetta)
Rødsvingel uten utløp. 'Musica'	-19 c	19 b	18	36
Engrapp 'Limousine'	-25 b	29 a	18	>36
Rødsv. lange utløpere 'Frigg'	<-30 a	>30 a	24	48

Faktorene som virker på herdinga er de samme faktorene som virker på fotosyntesen

Eksterne faktorer

- Lys
- Temperatur
- Vann (jord and luft)
- CO_2
- Næringstilgang (N, P, K, Mg, Fe)

Interne faktorer:

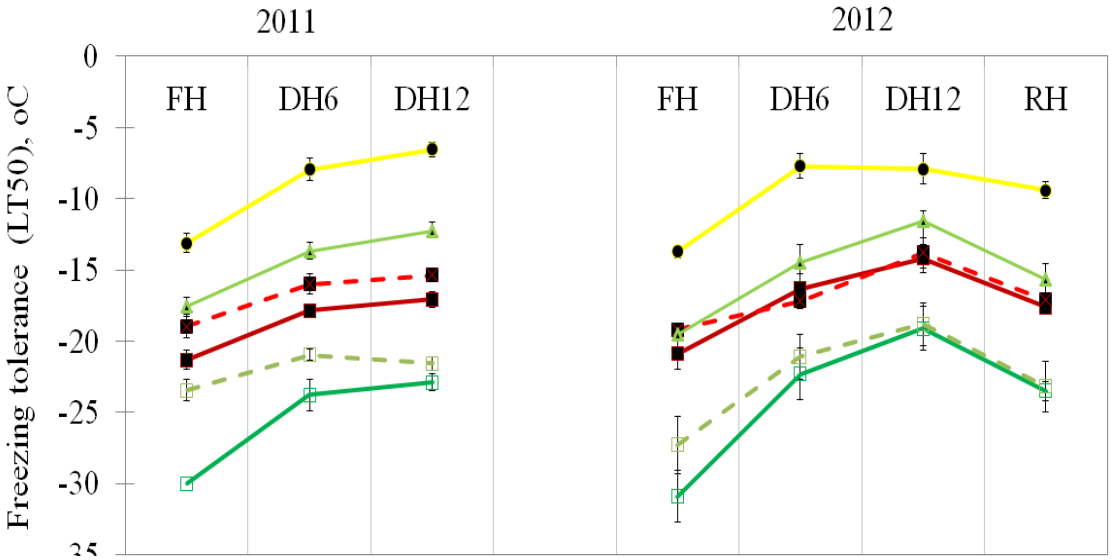
Bladareal, -alder og evt. sjukdom

Avherding og reherding

- Avherding = tap av frosttoleranse
- Avgjørende faktorer: Temperatur, uttømminig av karbohydratreserver under is og snø
- Avherding skjer mye raskere enn herding (Gay & Eagles, 1991)
- Hvor fort avherdinga skjer avhenger av gressart og varierer fra år til år (Jørgensen et al., 2010)
- Avherdinga kan være mer eller mindre reversibel avhengig av temperatur og lengde på avherdingsperioden (Pomeroy et. al, 1975; Gusta and Fowler, 1976a and 1976b; Rapaz, 2002)
- Reherding er plantens evne til igjen å øke frosttoleransen etter varme avherdingsperioder

Les mer, f.eks. hos Gusta & Wisniewski, 2012

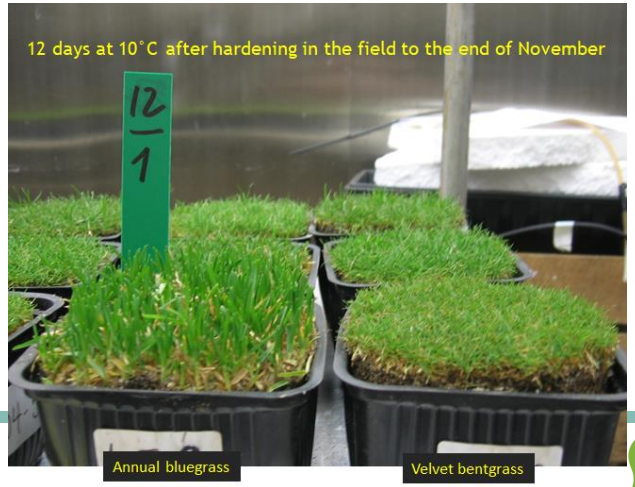
Avherding og reherding hos seks gressarter på golfgreen



Krypkvein — Creeping bent ('Penn A1', 'Penn G6' & 'Independence')
Hundekvein — Velvet bent 'Villa'
Rødv. u/utløp. — Chewings fescue 'Musica'
Rødv. korte utløp. — Slender creeping fescue 'Viktorka'
Engkvein — Colonial bent 'AberRoyal'
Tunrapp — Annual bluegrass

FH Herding i felt pr nov. + 4 dager i fryserom ved -2°C
DH6 Dehardening ved 10 °C i 6 dager
DH12 Dehardening ved 10 °C i 12 dager
RH Rehardening ved 2 °C i 23 dager (bare i 2012)

Lys v/avherding: 50 µmol m^{-2} s^{-1} & 10-h daglengde
Lys v/reherding: 150 µmol m^{-2} s^{-1} & 16-h daglengde



NIBIO

Det er en sammenheng mellom begynnende toppvekst og tap av frosttoleranse

	Høydevekst (middel for vekst-sesongen)	Høydevekst, nov. 2012	Relativ reduksjon i toppvekst	Frost-toleranse nov. 2012	Høydevekst etter avherding i 12 dager v/ 10°C	Relativ økning I toppvekst	Tap av fryse-toleranse FH vs. DH
	mm /dag	mm / dag	ganger	LT_{50}, °C	mm / day	ganger	LT_{50}, C
Krypkvein	0.70	0.01	59	-31	0.13	10.5	-12
Rødsvingel u/utløpere	1.25	0.03	42	-21	0.04	1.4	-7
Rødsvingel, korte utløpere	1.10	0.04	26	-19	0.04	1.0	-5
Engkvein	0.95	0.04	27	-20	0.19	5.3	-8
Tunrapp	0.60	0.17	4	-14	0.73	4.4	-6

Korrelasjons koeffisient (r) = 0.95

Korrelasjons-koeffisient (r) = 0.92

* Middel 2003-06 & 2007-10 i SCANGREEN på Landvik (Aamlid & Molteberg, 2011; Aamlid et al., 2012)

Faktorene som virker på herdinga er de samme faktorene som virker på fotosyntesen

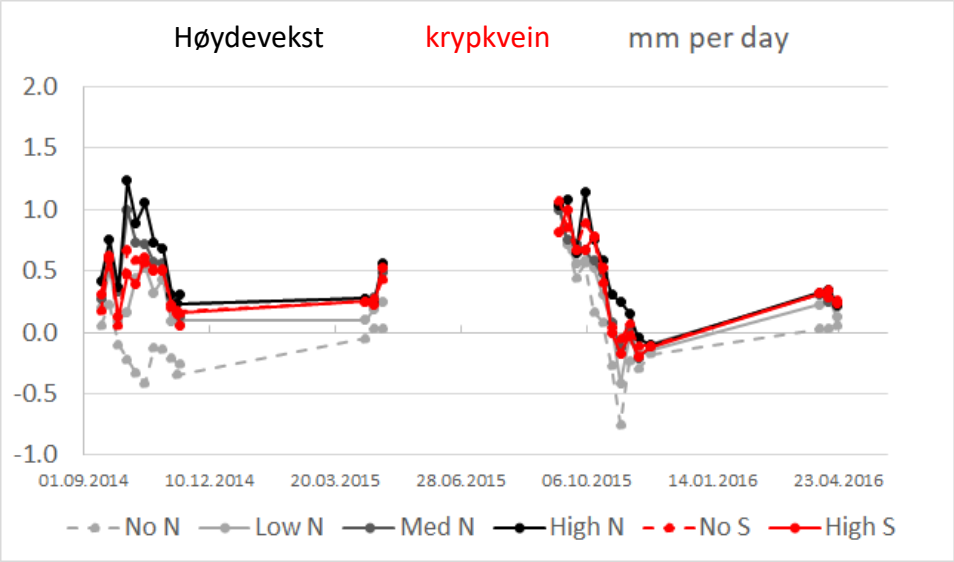
Eksterne faktorer

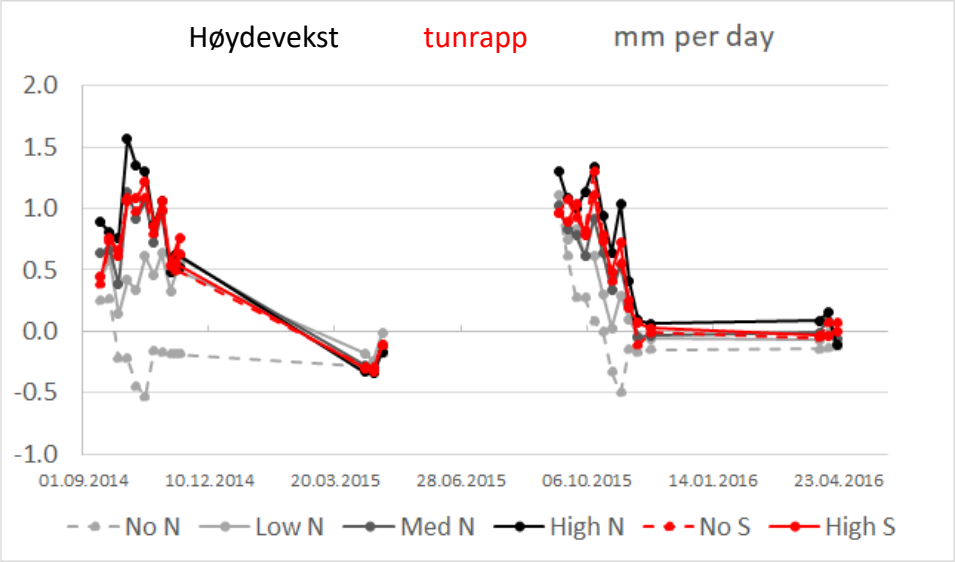
- Lys
- Temperatur
- Vann (jord and luft)
- CO_2
- Næringstilgang (N, P, K, Mg, Fe)

Interne faktorer:

Bladareal, -alder og evt. sjukdom

N-gjødsling stimulerer vekst om høsten
(data fra høsten 2014 og høsten 2015, Landvik)



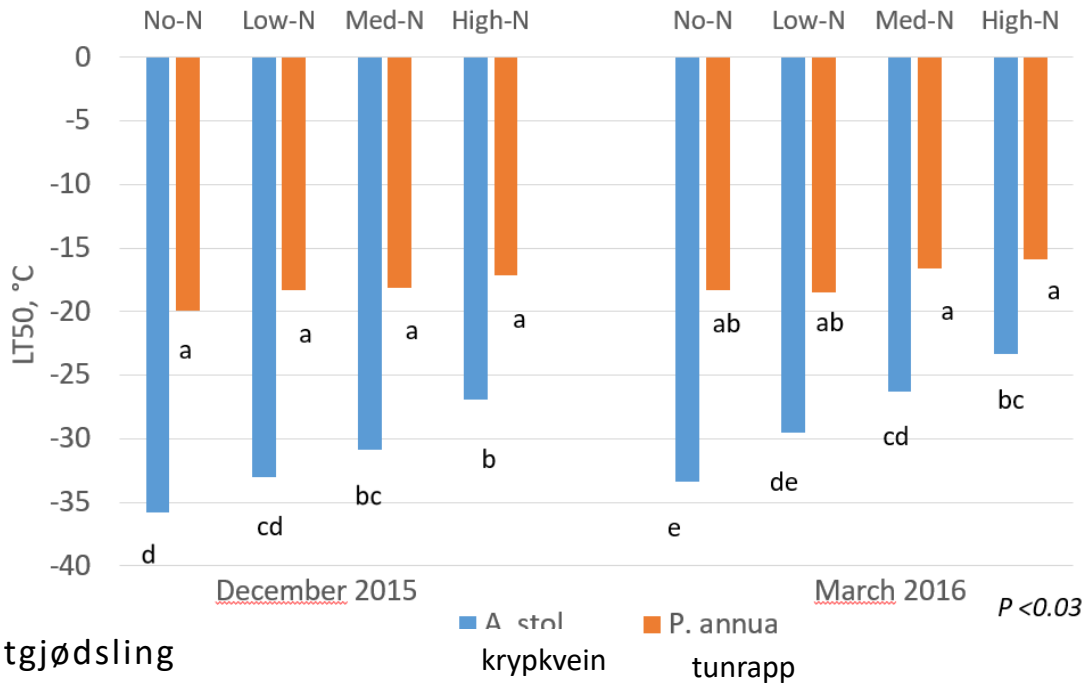


Norges Golfforbund

Sterk

Jo mer N-gjødsling, jo mindre frosttoleranse i krypkvein, men ingen klar sammmenheng i tunrapp, data fra Landvik

krypkvein



Det var ingen signifikant virkning av høstgjødsling på frosttoleranse i verken krypkvein eller tunrapp på Apelsvoll

Virkning av N-mengde om høsten på overlevelse i felt

(Landvik, 16.mars 2015)

	No N	Low N	Norm N	High N
Tunrapp	AB_N1_0_312.JPG	AB_N2_low_306.JPG	AB_N3_med_301.JPG	AB_N4_high_307.JPG
Krypkvein	CB_N1_0_311.JPG	CB_N2_low_305.JPG	CB_N3_med_302.JPG	CB_N4_high_308.JPG

Sammendrag

- Herding gjør gresset I stand til å overleve vinteren
- ‘Våre’ gressarter går ikke i hvile om høsten og vinteren
- Varme perioder om vinteren fører til avherding og gjør gresset mer følsomt for vinterskader
- Evne til herding og risiko for avherding avhenger av gressart og er ikke nødvendigvis korrelert
- Mer N-gjødsling øker konsentrasjonen av N I bladene seint om sommeren og gjennom vinteren. Dette øker faren for vinterskader.
- Golfbaner i sørlige og kystnære områder kan ha nytte av å tilføre små N-mengder utover høsten

ACCLIMATION AND WINTER STRESSES
What is killing our golf greens?

Summary

- Winter injuries can be caused by several strains. Winter-active fungi cause snow moulds, water and ice suffocate the turf and frost, wind and low temperatures desiccate the plants.
- Acclimation is an internal process that makes the grass plants more resistant to winter stresses. Shade from trees will reduce the grass' acclimation, and cutting trees is one of the few actions a golf course superintendent can take to make the plants more winter stress resistant.
- Golf course architects are to some degree responsible for the microclimate on the greens. Good surface water runoff is important. The choice of grass species and varieties has considerable impact on the winter survival of the golf course turf.

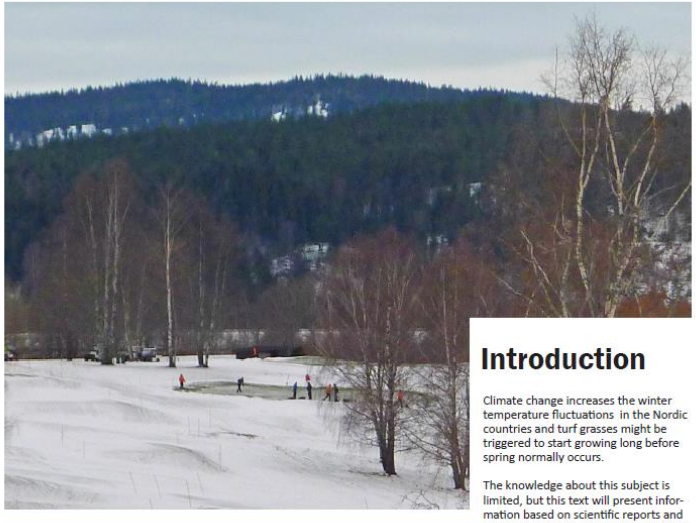
Winter stress tolerant grass

After a long winter you may notice that some grass species survive well while others are killed. This difference is mainly based on their genetic adaptation to the local winter climate and to the environment that is offered on a golf course. High cut rough will often survive while low cut fairways and greens die. Wear, cutting height, soil conditions and maintenance must be considered when winter injuries are to be analysed.

The genetics of the grass species and varieties is discussed in the fact sheet "Grass species and varieties for severe winter climates". This text will focus on how environmental factors affect the winter stress tolerance of cold season grasses. When using the term winter we mean climatic conditions with temperatures (at least occasionally) far below zero and risk of lasting snow covers or ice formation on frozen ground.

HANDBOOK TURF GRASS WINTER SURVIVAL

WARM SPELLS DURING THE WINTER
De-acclimation and risk of winter injuries on turf



Summary

- Well acclimated plants can tolerate winter stresses although there are major differences among grass species.
- Warm spells during the winter will trigger the grass plant to de-acclimate, and hence become more susceptible to winter injuries.
- It is difficult to be precise about how many days the grass species need at a certain temperature to become de-acclimated, because there are too many factors in play. However, in practicality, annual meadow grass is more vulnerable to de-acclimation than bent grasses and fescues.
- The closer we get to the spring, the more vulnerable plants will be to injuries from rapid temperature drops or other stresses.

Introduction

Climate change increases the winter temperature fluctuations in the Nordic countries and turf grasses might be triggered to start growing long before spring normally occurs.

The knowledge about this subject is limited, but this text will present information based on scientific reports and experiences from our research facilities.

Some football stadiums have access to soil heating systems and artificial light. The use of these tools can cause situations similar to mild spells. The same effects we see from usage of protective covers that capture solar energy and increase the turf temperature.

The relation between ice encasement and temperature is discussed in the fact sheet *"When to break the ice"*.

This text focuses on golf greens, but the information can be useful for other turf areas too.

CTRF
CANADIAN TURFGRASS RESEARCH FOUNDATION
LA FONDATION CANADIENNE DE RECHERCHE EN GAZON
Sterf