



## Bioforsk Rapport / Bioforsk Report

Vol. 3 Nr. 102 / 2008

### Isfjerning med CMA på golfgreener

Effekt av kalsium- magnesium-acetat på gressets vinteroverlevelse

*Ice removal using CMA on golf greens*

*Effects of Calcium- Magnesium-Acetate on turfgrass winter survival*

Agnar Kvalbein og Trygve S Aamlid

Bioforsk Øst, Landvik





Hovedkontor  
Frederik A. Dahls vei 20,  
1432 Ås  
Tlf: 03 246  
Fax: 63 00 92 10  
post@bioforsk.no

Bioforsk Øst Landvik  
Reddalsveien 215  
Tlf: 03 246  
Faks: + 47 37 04 42 78  
landvik@bioforsk.no

**Tittel/Title:**

Isfjerning med CMA på golfgreen. Effekt av kalsium- magnesium-acetat på gressets vinteroverlevelse.  
*Ice removal using CMA on golf greens. Effect of calcium-magnesium-acetate on turfgrass winter survival*

**Forfatter(e)/Autor(s):**

Agnar Kvalbein & Trygve S. Aamlid

<b>Dato/Date:</b> 15.juli 2008	<b>Tilgjengelighet/Availability:</b> Åpen	<b>Prosjekt nr./Project No.:</b> 1910085	<b>Arkiv nr./Archive No.:</b> Arkivnr
<b>Rapport nr./Report No.:</b> 3(102) 2008	<b>ISBN-nr.:</b> 978-82-17-00408-0	<b>Antall sider/Number of pages:</b> 20	<b>Antall vedlegg/Number of appendix:</b> 0

<b>Oppdragsgiver/Employer:</b> MK Trading AS	<b>Kontaktperson/Contact person:</b> Agnar Kvalbein
---	--

**Stikkord/Keywords:**

Golf, green, vinterskade, is, CMA, isbrann, plen,  
golf, green, winter injury, ice scorch, CMA, lawn

**Fagområde/Field of work:**

Hagebruke og grøntanlegg  
Horticulture and urban greening

**Sammendrag**

Kalsium- magnesium- acetat (CMA) i doser på 50-200 g/m<sup>2</sup> er prøvd som isfjerningsmiddel på en golfgreen i Bærum. Hvert enkelt CMA-korn laget hull i isen på 10-20 mm, men dette var ikke nok til å penetrere isen. Økende dose ga ikke dypere hull, men påføring av CMA i to omganger med 30 min mellomrom økte perforeringsevnen. Påføring av CMA gjorde det ikke enklere å fjerne isen mekanisk. CMA skadet ikke gressplanter, men det kunne heller ikke registreres positiv virkning av CMA på gressets vinteroverlevelse. Prosjektet gir ikke grunnlag for å anbefale CMA brukt som isfjerningsmiddel på golfbaner.

**Summary**

*Calcium- Magnesium- Acetate (CMA) at rates 50-200 g/m<sup>2</sup> was tested to remove ice from a golf green in Bærum, Norway. Depending on temperature, each grain of CMA melted a 10-20 mm deep hole but this was not enough to penetrate the ice cover. Increasing rates of CMA did not result in deeper holes, but split application at 30 min interval improved the penetration. Mechanical ice removal from the green did not become easier after use of CMA. CMA did not burn the grass plants, but on the other hand, there was no positive effect on turfgrass winter survival. Base on these results, we cannot recommend CMA as an ice remover on golf greens.*

Godkjent / Approved: Bioforsk Øst Landvik / Særheim, 22 July 2008

Arne Sæbø Leder for Bioforsks seksjon Grøntanlegg	Agnar Kvalbein Prosjektleder
--	---------------------------------

## 1. Forord

---

Vinterskade på grunn av isdekke er et vanlig problem på norske golfbaner.

Dette prosjektet ble finansiert av MK Trading AS, som importerer og selger produkter for fjerning av is, og av Norges Golf forbund.

Feltforsøket ble lagt til Bærum golfklubb som velvillig stilte en chipping green til disposisjon og bidro med utstyr og praktisk hjelp.

Vi erfarte at vinterforsøk kan være vanskelig når været er uforutsigbart og skiftende. Slike forhold skaper mye is, men gjør det også vanskelig å drive forsøks og registreringsarbeid. Effekten av isfjerningsmiddelet, CMA, viste seg å være annerledes enn antatt. Forsøket måtte derfor tilpasses nye forutsetninger både når det gjelder vær og praktisk bruk av preparatet. Prosjektet ga likevel resultater som er nyttige i møte med isdekke på sportsgressarealer.

Takk til MK Trading, Norges Golf forbund og Bærum golfklubb.

Bioforsk Øst Landvik, 21. juli 2008

Agnar Kvalbein  
Prosjektleder

## 2. Innhold

---

3.	Sammendrag.....	5
4.	Innledning.....	6
4.1	Isproblemer på golfgreener .....	6
4.2	Isfjerningsmidler .....	6
4.3	Hypoteser om virkningen av CMA .....	7
4.4	Mål med prosjektet .....	7
5.	Metoder .....	8
5.1	Orienterende forsøk for å teste gressets toleranse mot økende mengde CMA .....	8
5.2	Laboratorietest med en eller to gangs applisering av CMA på isblokker .....	9
5.3	Feltforsøk.....	9
5.3.1	Beskrivelse av forsøksstedet .....	9
5.3.2	Forsøksplan .....	10
5.3.3	Første behandling 24. januar .....	12
5.3.4	Andre behandling 20. februar .....	12
5.3.5	Registrering av vinteroverlevelse .....	12
5.3.6	Jordprøver.....	13
5.3.7	Statistiske analyser.....	13
6.	Resultater og diskusjon .....	14
6.1	Orienterende forsøk for å teste gressets toleranse mot økende mengde CMA .....	14
6.2	Laboratorietest med en eller to gangs applisering av CMA på isblokker .....	14
6.3	Feltforsøk.....	15
6.3.1	Smelting av is ved første applisering 24. januar .....	15
6.3.2	Smelting av is ved andre applisering 20. februar .....	16
6.3.3	Effekt av CMA og hakking / fjerning av isen på plantenes vinteroverlevelse .....	17
6.3.4	Effekt av CMA og hakking / fjerning av isen på jordas pH, samt innhold av plantetilgjengelig kalsium og magnesium .....	18
7.	Konklusjoner.....	19
8.	Referanser .....	20

### 3. Sammendrag

---

Langvarig isdekke kan påføre gressplanter stor skade. I verste fall dør gresset (isbrann). Mekanisk fjerning av is er kostbart, vanskelig og kan dessuten føre til mekaniske skader på gressoverflaten.

Denne rapporten omtaler feltforsøk med kalsium- magnesium- acetat (CMA) vinteren 2007/2008. Middelet ble brukt som isfjerningsmiddel i ulike doser på en golfgreen i Bærum i Norge der is dekket greenen fra slutten av november til midt i mars. Behandlingen ble kombinert med mekanisk fjerning av is.

I tillegg til feltforsøket ble det gjort to enkle tester. Effekten på CMA på gress i potter i veksthus ble testet, og det ble gjort et laboratorieforsøk der CMA ble påført is på to ulike måter og ved to temperaturer.

CMA viste begrenset evne til å perforere eller fjerne is under praktiske forhold. Hvert enkelt CMA-korn laget raskt et hull i isen, men ikke dypt nok til å perforere isen på forsøksstedet. Økt dose ga ikke dypere hull, men påføring av CMA i to omganger økte perforeringsevnen.

Påføring av CMA gjorde det ikke enklere å fjerne isen mekanisk, og nedsmeltingshastigheten var ikke påvirket av dosen.

CMA skadet ikke gressplanter ved en dosering opp til 200 gram pr kvadratmeter, men på den annen side kunne det ikke registreres noen signifikant s virkning av CMA på gressets vinteroverlevelse. Det ble heller ikke påvist økt forekomst av plantetilgjengelig magnesium eller kalsium i jorda der CMA var brukt.

Alt i alt kan vi på grunnlag av dette prosjektet ikke anbefale CMA brukt som isfjerningsmiddel på golfbaner.

Slettet: ¶

## 4. Innledning

---

### 4.1 Isproblemer på golfgreener

Vinterskader representerer et stort økonomisk tap for golfbaner. I Norge er kvelningsskader som følge av tett, langvarig isdekke antatt å være den mest dødelige vinterskaden.

Årsaken til at gresset dør under slike forhold er sammensatt. Oksygenmangel hindrer normal (aerob) celleånding (respirasjon) og fører til kvelning. Samtidig vil avfallsstoffer fra anaerob respirasjon hos gressplanter og mikroorganismer hope seg opp under tett isdekke. Noen av disse avfallsproduktene er giftige for planter, og det kan derfor være vanskelig å reetablere planter fra frø før avfallsproduktene er nedbrutt eller vasket ut av jorda (Gudleifsson 1993, 1997).

Hvor langvarig isdekke greengress tåler avhenger av gressart, temperatur under isdekket og en rekke andre forhold (Beard 1964, Thompkins et al. 2004, Danneberger et al. 2005). For å forebygge skader ved isdekke pleier mange greenkeepere å perforere isen for å forbedre gassdiffusjonen. Spesielt viktig antas dette å være om temperaturen under isen stiger over frysepunktet. Størst fare for dette er det når det ikke er tele i jorda og om våren når isen er gjennomskinnelig og innstrålingen fra sola er stor. Under slike forhold kan tunrapp (*Poa annua*) og krypkvein (*Agrostis stolonifera*) dø allerede etter henholdsvis 25 og 47 dagers isdekke (Aamlid et al. 2008).

Når isproblemer oppstår, kan isen hakkes opp og fjernes mekanisk ved hjelp av maskiner som primært er laget for å perforere jordoverflaten. Ofte vil denne behandlingen skape betydelige ujevnheter i greenoverflaten og dermed ødelegge spilleflaten for golfere. Derfor vil gode kjemiske alternativer være svært verdifulle.

Greengress vokser i sandjord med liten kjemisk bufferevne. Gressplantene klippes i tillegg så kort at det er på grensen av hva de kan tåle. Greengress er derfor mer utsatt for kjemisk skade enn vanlig plengress. Derfor vil greenkeepere og banemestere kreve god dokumentasjon på effekten av et isfjerningsmiddel før det benyttes.

Midler som ikke skader greengress må antas å kunne brukes også på fotballbaner og andre plenarealer.

### 4.2 Isfjerningsmidler

Salter nedsetter frysepunktet til vann. Natriumklorid, kalsiumklorid og magnesiumklorid har derfor lenge vært brukt som isfjerningsmidler. Men den sterke saltvirkningen av disse saltene har flere negative effekter, som økt korrosjon på metall og skader på vegetasjon. En rekke nye midler, basert på acetat, er derfor kommet på markedet. Kalsium-magnesium-acetat, heretter kalt CMA, ble testet i dette prosjektet fordi det ble antatt å ha liten negativ innflytelse på planteveksten.

Et tilsvarende isfjerningsmiddel, natriumacetat, hadde ingen synlig negativ innflytelse på plengress selv om det ble tilført dobbel dose av det som anbefales for isfjerning (Omex Agriculture 2006.)

### 4.3 Hypoteser om virkningen av CMA

Prosjektet ble planlagt ut fra opplysninger om CMA gitt av MK-Trading. Følgende hypoteser ble satt opp:

CMA bør brukes ved temperaturer over  $-7^{\circ}$  C. Under slike forhold vil CMA virke raskt og danne små huller i isen. Granulatet vil smelte seg ned gjennom isen og deretter bidra til å løse isen fra underlaget. På denne måten blir det lettere å hakke opp og fjerne isen mekanisk.

Biologisk og kjemisk omsetning av CMA forbruker oksygen. Biokjemisk oksygenbehov (BOD) er 0.4 mg/l ved  $2^{\circ}$  C. Dersom isen ikke smelter, men hullene fryser igjen etter den kjemiske perforasjonen, vil CMA bidra til ytterligere forverring av den anaerobe situasjonen under isdekket.

### 4.4 Mål med prosjektet

Dette forsøket skulle teste om CMA brukt som isfjerningsmiddel påvirket gressvekst og vinteroverlevelse på en golfgreen.

## 5. Metoder

Prosjektet ble planlagt som et feltforsøk på en etablert golfgreen. Underveis ble det i tillegg bestemt å undersøke et par problemstillinger gjennom enkle, orienterende forsøk under kontrollerte betingelser. I denne rapporten er disse orienterende forsøka beskrevet først.

### 5.1 Orienterende forsøk for å teste gressets toleranse mot økende mengde CMA

Et forsøk uten gjentak ble gjennomført i januar/februar 2008 på Bioforsk Øst Landvik. Ti pluggar av plengress, blanding av rødsvingel (*Festuca rubra*) og engkvein (*Agrostis capillaris*), ble tatt inn fra et fairwayfelt og satt i pottar for driving. På gresspluggene ble det lagt økende mengde CMA granulat (Tabell 1) som deretter ble dusjvannet i 2-3 omganger til alt var oppløst. Fem av pottene ble dekket med plast (Bilde 1). Temperaturen i veksthuset varierte med innstrålingen og ble registrert fortløpende.

Plantenes vitalitet og farge ble vurdert på en skala fra 1 til 9 seks ganger i løpet av en måned fra 11.januar til 12.februar.

Tabell 1. Tilført mengde CMA i pottforsøk

Ledd	Tilført mengde, g/m <sup>2</sup>
Kontroll	0
A	25
B	50
C	100
D	200



Bilde 1 Orienterende pottforsøk med økende mengde CMA til gressplanter, Landvik januar 2008. Foto: Agnar Kvalbein.



## 5.2 Laboratorietest med en eller to gangs applisering av CMA på isblokker

Ut fra erfaringene med første tilførsel av CMA på forsøksgreenen i Bærum (se seinere) mente MK-Trading at effekten kunne forbedres dersom man tilførte middelet i to omganger slik at nye granulater falt ned i hullene dannet ved første tilførsel.

På denne bakgrunn ble smelteeffekten av CMA testet i et enkelt laboratorieforsøk med isblokker. Det var ingen gjentak, men 2 faktorer, hver med to ledd.

Faktor 1: Dosering av CMA:

100 g/m<sup>2</sup> i en omgang

50 + 50 g/m<sup>2</sup> med en times mellomrom

Faktor 2: Temperatur

+7 °C (kjøleskap)

-15 °C (fryseboks)

Der CMA ble tilført i to omganger, ble det ved andre dosering børstet to ganger i kryss, slik at de fleste granulaterne falt ned i hullene i isen.

Dybden på smeltehullene ble deretter målt hver time i seks timer.

## 5.3 Feltforsøk

To golfbaner hadde stilt greener til disposisjon for prosjektet, Hvam golfklubb i Nes kommune og Bærum golfklubb i Bærum kommune, begge i Akershus fylke.

I planen var det lagt opp til at greenene skulle islegges for formålet. Dette skulle sannsynliggjøre at gresset i utgangspunktet ikke var vinterskadet. Men i januar hadde de aktuelle greenene allerede et tett isdekke. På Bærum golfklubb ble det sannsynliggjort at gresset var i live ved at det ble tatt inn gressprøver for driving i januar. Da hadde isen ligget sammenhengende siden i slutten av november.

På denne bakgrunn ble det besluttet å utføre forsøket med det naturlige isdekket på chipping greenen til Bærum golfklubb. På bakgrunn av værmelding som varslet mildt oppholdsvær, ble forsøksfeltet etablert og CMA lagt ut 24. januar 2008. På grunn av været ble behandlingene gjentatt en måned senere.

### 5.3.1 Beskrivelse av forsøksstedet

Bærum golfklubb ligger i Lommedalen i Bærum kommune, 150 meter over havet (59°57'43" nord og 10°28'17" øst). På denne banen er det ofte problemer med is. Vekslede vintervær og store nedbørsmengder i form av snø eller regn er typisk. Vinteren 2007/2008 var likevel ekstrem, med sammenhengende isdekke på flere greener fra slutten av november til midt i mars.

Forsøksgreenen lå med svak helling mot nord og omkranset av bjørketrær som kastet lett skygge på hele greenen i slutten av januar (Bilde 2). Innstrålinga av solenergi var derfor mindre enn det som er vanlig for greener, fordi disse gjerne plasseres på solrike steder.

Dominerende gressart var krypkvein, *Agrostis stolonifera*, men det var innslag av tunrapp, *Poa annua*.



Bilde 2:  
Forsøksgreenen på  
Bærum golfklubb  
fotografert mot nord 20.  
april kl 11.

Foto: Agnar Kvalbein.

### 5.3.2 Forsøksplan

Forsøket ble lagt opp etter en split-plot forsøksplan med CMA-dose på storruter og mekanisk hakking / fjerning av isen på småruter. Av praktiske årsaker var smårutene med og uten hakking / fjerning av isen gjennomgående gjennom alle tre gjentak (Figur 1). Følgende behandlinger ble sammenliknet:

Faktor 1: Effekt av ulike doser CMA (småruter)

1. Kontroll, ubehandlet
2. Dose anbefalt av MK Trading AS (100 gram/m<sup>2</sup>)
3. Halv dose (50 gram/m<sup>2</sup>)
4. Dobbelt dose (200 gram/m<sup>2</sup>)

Faktor 2: Mekanisk hakking / fjerning av is (storruter)

- A. Ingen hakking / fjerning
- B. Isen hakket / fjernet kort tid etter tilføring av CMA

Hakking av isen ble utført med en Toro Pro Core stikkluftter. Pinnene var 13 mm tykke og avstanden mellom dem 60 mm. Tindene gikk ikke dypere enn isens tykkelse (Bilde 3).

	Is ikke fjernet	Is fjernet mekanisk		Is ikke fjernet		Is fjernet mekanisk		Is ikke fjernet
Gjentak 1	101 2A	102 2B	103 4B	104 4A	105 1A	106 1B	107 3B	108 3A
Gjentak 2	201 3A	202 3B	203 1B	204 1A	205 2A	206 2B	207 4B	208 4A
Gjentak 3	301 1A	302 1B	303 3B	304 3A	305 4A	306 4B	307 2B	308 2A

Rutestørrelse: 1.3m x 2m = 2.6 m<sup>2</sup>. Feltstørrelse: 10.4 m x 6 m = 62.4 m<sup>2</sup>.

Figur 1. Kart over feltforsøk, Bærum GK.



Bilde 3. Hakking av is på forsøksgreenen 24. februar 2008. Foto: Agnar Kvalbein.

### 5.3.3 Første behandling 24. januar

Ved anlegging av feltet 24. januar ble istykkelsen målt på alle ruter. Den varierte fra 2.0 til 3.0 cm. Temperaturen i isen var - 3.9°C. Temperaturlogger ble satt ut på feltet og lufttemperaturen registrert hver time.

CMA ble tilført etter planen mellom kl 11.35 og 11.55. Lufttemperaturen kl 11.00 og kl. 12.00 var henholdsvis +0.3°C og +1.9°C. Isens sprøhet ble testet med ishakke kl 13.15 og 15.00. Ved det siste tidspunktet, kl 15.00, registrerte vi også dybden på hullene som CMA-granulatet hadde dannet, samt hvor stor del av isoverflaten som var perforert. Deretter ble isen hakket med stikklufter og løs is skjøvet ut av feltet.

Fordi det var blitt mørkt, ble arbeidet avsluttet.

Dagen etter, 25. januar, var feltet dekket av 2 cm snø. Snøen ble fjernet med skuffe og kost og mengde gjenværende is registrert. Lufttemperaturen var da 5.4 °C.

Feltet ble observert på nytt 27.januar, men da var feltet igjen helt dekket av snø.

Det ble foreløpig konkludert med at issmeltingseffekten ikke var som forventet og at forsøket burde gjentas når istemperaturen var høyere.

### 5.3.4 Andre behandling 20.februar

I siste halvdel av februar ga igjen værmeldingen håp om mildvær de nærmeste dagene. Snøen som dekket feltet ble fjernet. Isdekket ble vurdert til jevnt, ca 5 cm tykt. Det var ikke synlige spor etter første behandling.

CMA ble på nytt tilført etter forsøksplanen, men denne gangen i to omganger, dvs. halv dose med 15 minutters mellomrom. Umiddelbart etter andre påføring ble forsøksrutene kostet slik at noe CMA falt ned i hullene fra første dose. Hele utleggingen tok 35 minutter. Temperaturen i isen ble målt til -1.4°C. Lufttemperaturen var -0.3°C, og det var tåke.

Dagen etter, 21 februar, ble dybden av hullene i isen registrert på alle ruter og deretter ble isen hakket mekanisk i henhold til forsøksplanen. Istemperaturen var da -1.9 °C.

Isen ble ikke fjernet fra feltene denne gangen, for at CMA som lå inne i isbitene, ikke skulle fjernes fra rutene.

To dager senere, 23.februar, var feltet preget av at det hadde kommet underkjølt regn, slik at den løse isen i det alt vesentlige var frosset sammen igjen og det var nesten ikke bare flekker på greenen. Men i løpet av den påfølgende uken, fram til nytt snøfall 29.februar, ble det registrert hvordan isen smeltet ned på greenen.

### 5.3.5 Registrering av vinteroverlevelse

Fordi det knyttet seg stor usikkerhet til om alle gressplanene var døde eller ville dø før våren, ble det gjort registreringer av plantevekst på to tidspunkt og med ulike metoder.

I slutten av mars var all isen forsvunnet fra forsøksfeltet. Den 27.mars var greenen bar, men ikke fri for tele. Det ble tatt ut 10 små planteplugger(diameter 18 mm) fra hver rute og satt til driving i vekstom med lys og vanlig romtemperatur. Ved telling etter 14 dager ble det skilt mellom planter som spirte fra frø og skudd som kom fra overlevende vekstpunkter.

Den 5. mai ble planteveksten i feltet registrert visuelt.

### *5.3.6 Jordprøver*

Det ble det tatt ut leddvise jordprøver fra feltet 10.april (3 stikk fra hver rute, 9 stikk pr forsøksledd) og sendt til kjemisk jordanalyse for blant annet innhold av kalsium og magnesium. Prøvene ble tatt i sjiktet fra 2 til 20 cm dybde.

### *5.3.7 Statistiske analyser*

Resultene fra feltforsøket ble analysert etter standard oppsett for split-plot forsøk i SAS-proseduren PROC ANOVA.

## 6. Resultater og diskusjon

---

### 6.1 Orienterende forsøk for å teste gressets toleranse mot økende mengde CMA

Tilførsel av CMA til plengress i veksthus viste at CMA ikke skadet plantene i mengder opp til 100 gram pr m<sup>2</sup>. Resultatet av den høyeste konsentrasjonen er usikker, fordi det utviklet seg sopp i den potta som var dekket av plast. Potta uten plastdekke viste ikke tegn til skade (Tabell 2). Siden det ikke var gjentak i forsøket, vet vi ikke om sopp utviklingen hadde sammenheng med høy CMA-konsentrasjon, eller om den var tilfeldig.

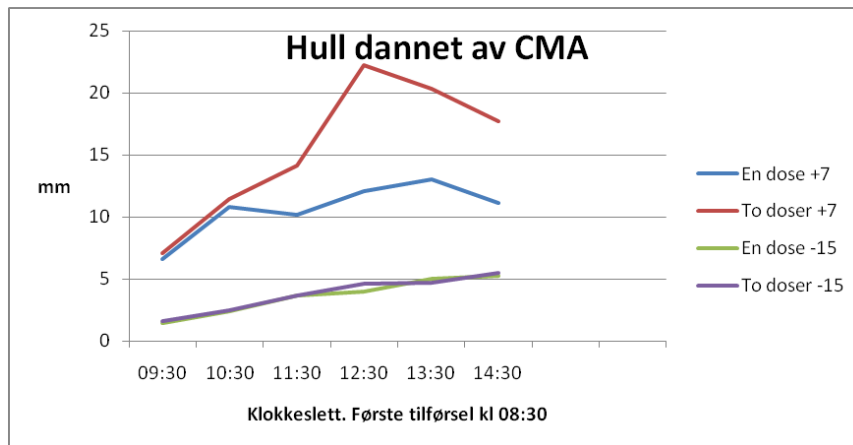
Med støtte i en rapport som er laget om effekt av natriumacetat på gress (Omex Agriculture 2006), er det rimelig å anta at CMA i konsentrasjoner opp til 200 gram pr m<sup>2</sup> ikke skader vanlig plengress under ellers normale vekstbetingelser

Tabell 2. Effekt av økende mengde CMA på vitalitet (1-9, der 9 er mest vitalt) og farge (1-9, der 9 er mørkest grønn) av gressplanter i pottforsøk i veksthus. Gjennomsnitt av 6 observasjoner gjennom en måned etter applisering.

Ledd	Tilført mengde g/m <sup>2</sup>	Vitalitet (1-9)	Farge (1-9)
Kontroll	0	6,8	6,3
A	25	7,1	6,5
B	50	6,7	6,2
C	100	6,8	6,4
D	200	5,9	5,8

### 6.2 Laboratorietest med en eller to gangs applisering av CMA på isblokker

I det orienterende laboratorieforsøket med isblokker ble full effekt av CMA mot isen oppnådd i løpet av 3-4 timer. Hvert granulater smeltet seg ned og etterlot seg et hull i overflaten. Ved 7 °C var det god effekt av å tilføre CMA i to omganger slik at nytt granulater falt ned i hullene som var laget av første tilførsel (Figur 2). Ved -15 °C ble hullene grunnere, og det var ingen tilleggseffekt av å tilføre CMA i to omganger. Ved den høyeste temperaturen begynte etter hvert isen å smelte ovenfra, og dette førte til grunnere huller etter kl 12.30.



Figur 2. Hulldybde etter bruk av CMA på isblokk ved to forskjellige temperaturer, +7 og -15 grader. CMA ble tilført enten med 100 gram i en dose eller som 50 + 50 gram med en times mellomrom. Etter andre dose ble CMA kostet ned i hullene..

## 6.3 Feltforsøk

### 6.3.1 Smelting av is ved første applisering 24. januar

Ved applisering 24.januar laget CMA i gjennomsnitt 16 mm dype huller i den 2-3 cm tykke isen. Dybden på hullene var ikke påvirket av dosen (data ikke vist). Det var heller ingen signifikant effekt av økende mengde CMA på hvor mye is som ble igjen etter fjerning. Derimot førte mekanisk hakking og fjerning av isen til signifikant mindre gjenværende is ved bedømming 25.januar (Tabell 3).

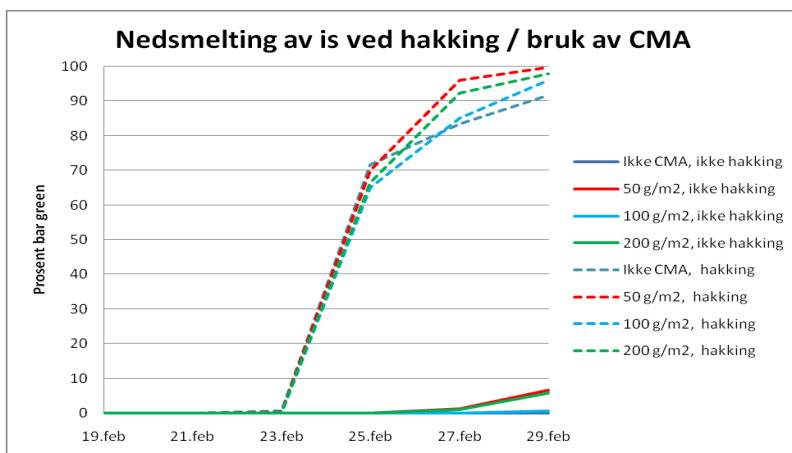
Tabell 3 Effekt av CMA og mekanisk hakking og fjerning av is 24.januar på prosent av greenoverflaten fri for is 25.januar.

Mengde CMA	Bare CMA	CMA + mekanisk hakking og fjerning	Middel	Signifikans
Kontroll	0	62	31	
50g/m <sup>2</sup>	13	67	36	
100 g/m <sup>2</sup>	10	62	40	P%>20
200 g/m <sup>2</sup>	13	60	37	
Middel	9	62	36	
Signifikans		P%<0,1		

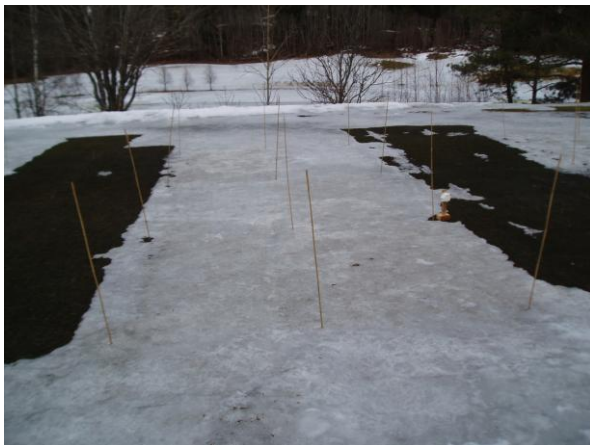
### 6.3.2 Smelting av is ved andre applisering 20. februar

Etter påføring av CMA i to omganger 20. februar og med kosting etter andre påføring, ble det dagen etter registrert huller i den 50 mm tykke isen som i gjennomsnitt var 39 mm dype. Dybden av hullene var ikke påvirket av dose CMA (data ikke vist).

I løpet av uken etter behandling kunne det ikke påvises noen effekt av CMA på hvor stor del av greenoverflaten som ble bar for is. Hakking førte derimot til betydelig raskere smelting av isen i mildværsperioden fra 23. til 29. februar (Figur 3 og Bilde 4).



Figur 3. Smelteeffekt i perioden av CMA alene og i kombinasjon med mekanisk hakking.



Bilde 4. Forsøksfeltet 27. februar, retning mot øst. Foto: Lars Kristian Nystrøm



### 6.3.3 Effekt av CMA og hakking / fjerning av isen på plantenes vinteroverlevelse

Verken bedømming av planteplugger satt til driving i veksthus 27.mars eller observasjoner i felt 5.mai (Bilde 5) viste sikker virkning av CMA på overlevelsen av greengresset (Tabell 4). Hovedeffektene av ishacking/ isfjerning var også jamt over usikre. Ved observasjon i felt 5.mai var det likevel tendens (P%=15) til bedre helhetsinntrykk på ruter med enn på ruter uten hakking/fjerning av isen, og det var også tendens (P%=8) til samspill idet hakking / fjerning av isen hadde klar positiv effekt bare på ruter der det ikke var tilført CMA (Figur 4). Dette samspillet er vanskelig å forklare.

Tabell 4. Hovedeffekter av økende mengde CMA og hakking/fjerning av is på overlevelse av greengress bedømt våren 2008.

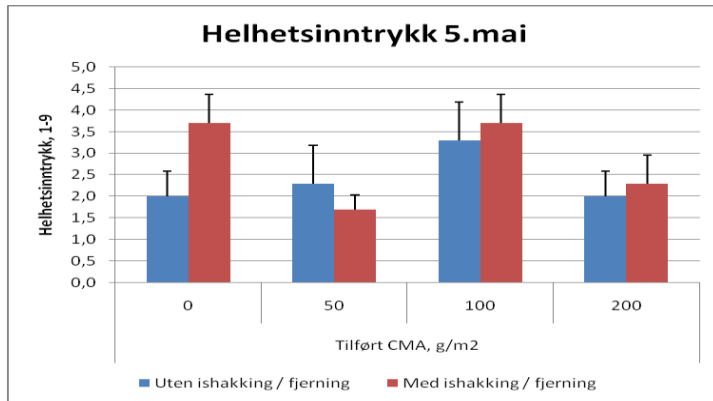
	Planteplugger satt til driving i veksthus 27.mars			Bedømming i felt, 5.mai	
	Frø-planter pr m2	Skudd fra vekstpkt. pr m2	Total-skudd pr m2	Helhet (1-9)	Dekning %
Hovedeffekt av CMA					
Ikke CMA	51000	68000	120000	2.8	6
50 g/m2	72000	43000	115000	2.0	5
100 g/m2	85000	74000	159000	3.5	12
200 g/m2	58000	43000	101000	2.2	4
P%	>20	>20	>20	>20	>20
Hovedeffekt av hakking / fjerning av is					
Uten hakking / fjerning	71000	46000	117000	2.4	6
Med hakking / fjerning	63000	68000	131000	2.8	7
P%	>20	13	>20	15	>20
P%, samspill	>20	>20	>20	8	16



Bilde 5

Sluttvurdering av feltet ble gjort 5.mai. Ruta nærmest greenkeeper Per Svendsen og Trygve S. Aamlid er nr 308 (100 g CMA/ m<sup>2</sup>, ingen hakking/fjerning av is.)

Foto: Agnar Kvalbein



Figur 4. Samspill mellom økende mengde CMA og hakking/fjerning av isen på helhetsinntrykk ved avslutning av forsøket 5.mai. Feilfeltene angir 1 SE.

#### 6.3.4 Effekt av CMA og hakking / fjerning av isen på jordas pH, samt innhold av plantetilgjengelig kalsium og magnesium

Jordprøver tatt ut 10.april viste ingen virkning av de to påføringene av CMA på plantetilgjengelige næringsstoffer. Verdiene av pH, Ca-AL eller Mg-AL viste ingen sammenheng med doseringen av CMA (Tabell 5). Om isen var fjernet eller ikke påvirket heller ikke analyseverdiene (data ikke vist).

Tabell 5. Jordanalyseverdier 10.april etter tilførsel av CMA på isen 24.januar og 20 februar.

Mengde pr behandling	pH	Mg-AL	Ca-AL
Kontroll	6.9	9,	33
50g/m <sup>2</sup>	6.9	9	30
100 g/m <sup>2</sup>	7.0	11	37
200 g/m <sup>2</sup>	6.9	9	31

## 7. Konklusjoner

---

- CMA brukt på is virket raskt på den måten at det ble dannet vertikale hull i isen. Innafor området 50-200 g/m<sup>2</sup> hadde mengden av CMA ingen virkning på dybden av hullene.
- Virkningen av CMA var avhengig av istemperaturen, Middelet hadde begrenset effekt ved den temperaturen som man må forvente når isproblemer oppstår. Maksimal hulldybde i dette forsøket ble målt til 39 mm ved -1.9°C. Da ble middelet tilført i to omganger.
- CMA brukt som isfjerningsmiddel førte ikke til at isen smeltet raskere eller at det ble lettere å fjerne isen mekanisk.
- CMA skadet ikke gresset ved en dosering opp til 200 gram pr kvadratmeter, men på den annen side kunne det ikke registreres noen signifikant positiv virkning av CMA på gressets vinteroverlevelse.
- Bruk av CMA førte ikke til målbar økning av plantetilgjengelig magnesium- eller kalsium i jorda.
- Der det ikke ble brukt CMA, var det tendens til positiv effekt av å hakke og fjerne isen mekanisk.

Alt i alt kan vi på grunnlag av dette prosjektet ikke anbefale bruk av CMA som isfjerningsmiddel på golfbaner.

## 8. Referanser

---

Aamlid, T.S., Landschoot, P.J. & Huff, D.R. 2008. Tolerance to simulated ice encasement and *Microdochium nivale* in USA selections of greens-type *Poa annua*. Acta Agriculturae Scandinavia (Accepted, In press).

Beard, J.B. 1964. The effect of ice, snow and water covers on Kentucky bluegrass, annual bluegrass, and creeping bentgrass. Crop Sci. 4:638-640.

Danneberger, K. 2005. Ice cover: Its role in winter injury.  
[www.bigga.org.uk/greenkeeper/viewnews](http://www.bigga.org.uk/greenkeeper/viewnews) (Lest 5.mai 2006).

Gudleifsson, B.E. 1993. Metabolic and cellular impact of ice encasement on herbage plants. p. 407-421. In: M.B. Jackson and C.R. Black (eds.). Interacting stresses on plants in a changing climate. Series I: Global environmental change. Springer-Verlag.

Gudleifsson, B.E. 1997. Microbes active under snow and ice in hayfields in Iceland. p.109-118 In: Proceedings of international workshop on plant-microbe interaction at low temperature under snow. Sapporo, Japan.

Thompkins, D.K., J.B. Ross, and D.L. Moroz. 2004. Effect of ice cover on annual bluegrass and creeping bentgrass putting greens. Crop Sci. 44:2175-2179.

Omex Agriculture 2006. Development trial report 2006: The effect of NAAC on the growth of turf. Ref no: 28/2006