



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

BIBLIOTEKET
VEGDIREKTORATET

CMA : Kalsium - magnesium - acetat

Utprøving av alternativ til salt i vintervedlikeholdet

September 1995



Driftsavdelingen
Vedlikeholdskontoret



Forord

VEGDIREKTORATET

Vinteren 1994/95 ble CMA (kalsium magnesium acetat) prøvd som strømateriale i vintervedlikeholdet i Akershus. CMA og salt ble blandet, blandingsforhold: 20 % CMA og 80 % salt, og benyttet på en strørode ved Kjellerbru vegstasjon. Forsøket foregikk vinteren 1994/95, fra midten av oktober og ut april måned.

På bakgrunn av forsøket i Akershus og erfaringer fra USA var det ønskelig å prøve rent CMA som strømateriale. Av hensyn til en korrosjonsundersøkelse knyttet til utprøvingen av CMA/salt i Akershus ble undersøkelsen av rent CMA lagt til Hedmark, E 6 Mjøsbrua, hvor det vinteren 1994/95 allerede var satt i gang forsøk med CMA innblandet i strøsand.

Denne rapporten beskriver resultatene fra forsøkene med CMA/salt i Akershus og forsøkene med rent CMA i Hedmark. I tillegg har man summert opp erfaringene fra Hedmark med CMA innblandet i strøsand og gjort en oppsummering av erfaringer med bruk av CMA fra USA og Sverige.

Prosjektet er gjennomført av en prosjektgruppe bestående av:

Torgeir Leland, Vegdirektoratet
Jon Dahlen, Statens vegvesen Akershus
Odd Smådahl, Statens vegvesen Akershus, Kjellerbru vegstasjon
Magne Smeland, Statens vegvesen Hedmark
Per Harald Hansen, Veglaboratoriet
Johnny M. Johansen, ViaNova
Jens K. Lofthaug, ViaNova


Vegdirektoratets prosjektleder har vært Torgeir Leland, Vedlikeholdskontoret.

ViaNova har stått for planlegging av forsøket, oppfølging av gjennomføringen samt rapportering.

Verdifull innsats og hjelp i gjennomføringen av undersøkelsen er gitt av personale ved Kjellerbru vegstasjon i Akershus og Ringsaker vegstasjon i Hedmark.

Korrosjonsundersøkelsene er utført av Sveriges Provnings- og Forskningsinstitut ved Kurt Jutengren.

Vedlikeholdskontoret


Tor-Sverre Thomassen
underdirektør


Torgeir Leland
overingeniør

Innhold

Sammendrag	Side 1
1 Innledning	5
2 CMA	5
3 CMA/salt	8
3.1 Mål med forsøket	8
3.2 Forsøksroden	8
3.3 Materialer	10
3.4 Forsøksopplegg	13
3.5 Oppfølging	13
3.5.1 Visuell oppfølging	13
3.5.2 Friksjonsmåling	14
3.5.3 Laboratorieundersøkelser	14
3.5.4 Korrosjonsundersøkelse	14
3.6 Resultater	16
3.6.1 Værforhold vinteren 1994/95	16
3.6.2 Blanding, lagring og håndtering	17
3.6.3 Utspredning	18
3.6.4 Virkning på veg	18
3.6.5 Friksjonsmåling	18
3.6.6 Laboratorieundersøkelser	18
3.6.7 Korrosjonsundersøkelse	20
3.6.8 Forbruk av CMA/salt	22
4 CMA innblandet i strøsand	24
4.1 Mål med forsøket	24
4.2 Strekning	24
4.3 Materialer	25
4.4 Forsøksopplegg	26
4.5 Oppfølging	26
4.6 Resultater	26
4.6.1 Blanding, lagring og håndtering	26
4.6.2 Utspredning	26
4.6.3 Virkning på veg	26
4.6.4 Friksjonsmåling	27
5 Rent CMA som strømiddel	28
5.1 Mål med forsøket	28
5.2 Strekning	28
5.3 Materialer	28
5.4 Forsøksopplegg	28
5.5 Oppfølging	29
5.6 Resultater	29
5.6.1 Lagring og håndtering	29
5.6.2 Utspredning	29
5.6.3 Virkning på veg	29
5.6.4 Friksjonsmåling	31

6	Konklusjoner	Side 33
6.1	CMA/salt-blanding (20/80 %)	33
6.2	CMA innblandet i strøsand	34
6.3	Rent CMA som strømiddel	34
7	Erfaringer fra USA	35
7.1	Innledning	35
7.2	CMA som strømiddel	35
7.3	Miljø- og helseeffekter	35
7.4	Kjøretøy	36
7.5	Veg- og brumaterialer	36
7.6	Bruksområder for CMA	37
8	Erfaringer fra Sverige	38
8.1	Innledning	38
8.2	Utprøving av rent CMA	38
8.3	Utprøving av Kaliumacetat	39
8.4	Utprøving av CMA/saltblanding	39
9	Forslag til videre forskning og utvikling	41
9.1	Grunnlag	41
9.2	Tema for utredning og utprøving	41
9.2.1	Rent CMA	41
9.2.2	CMA/salt-blanding: Praktisk bruk	41
9.2.3	CMA/sand-blanding: Praktisk bruk	42
9.2.4	Veggrep (friksjon)	42
9.2.5	Kostnader ved bruk av CMA	42
9.2.6	Korrosjon: Potensiale for reduksjon av kostnader	42
9.2.7	Retningslinjer og veiledning for bruk av CMA	43
9.2.8	Befuktning av CMA	43
9.2.9	Alternative materialer til CMA	43
10	Litteraturreferanser	44

Vedlegg 1: CMA/salt. Skjema for utfylling ved utspredning

Sammendrag

Bakgrunn

I vintervedlikeholdet har man kontinuerlig en diskusjon om bruken av salt på norske veger. Det fokuseres på ulemper som korrosjonsskader på biler, skade på betong og armering i bruer, vannforurensning, samt skader på vegetasjonen langs vegene. Dette har ført til at man har stilt spørsmålet om det lar seg gjøre å erstatte saltet med andre strømidler slik at man opprettholder en tilfredstillende tilstand på vegen uten saltets negative virkninger.

Søk etter alternative strømidler i USA har bragt fram CMA, kalsium magnesium acetat, som en aktuell kandidat. Erfaringer fra USA viser at CMA sannsynligvis ikke har negative effekter på menneskelig helse og svært få negative miljøvirkninger. Videre er CMA mer skånsom mot kjøretøy enn salt. Det er heller ikke dokumentert foruroligende sider ved bruk av CMA på bruer, verken i form av korrosjon på armering eller uheldige reaksjoner mellom CMA og betong. I Sverige foregår det undersøkelse av CMA's virkning på betong.

Etter initiativ fra Vegdirektoratet ble utprøving av CMA i blanding med salt satt i gang i Akershus høsten 1994.

I løpet av vinteren utviklet man et ønske om å prøve rent CMA som strømiddel. Denne undersøkelsen ble lagt til Hedmark, E 6 Mjøsbrua, hvor det vinteren 1994/95 allerede var satt i gang forsøk med CMA innblandet i strøsand som alternativ til bruk av ren strøsand.

Undersøkelse av CMA innblandet i strøsand foregikk fra jul til begynnelsen av mars, utprøving av rent CMA foregikk fra begynnelsen av mars til midten av april, mens utprøving av CMA/salt-blanding foregikk gjennom hele vinteren 1994/95.

Formål

Formålet med forsøkene med CMA var å:

- Skaffe erfaring med bruk av CMA/salt-blanding, CMA innblandet i strøsand og ren CMA i vintervedlikeholdet gjennom oppfølging av materialets:
 - ☞ Blanding- og lagringsegenskaper
 - ☞ Håndteringsegenskaper
 - ☞ Utspredningsegenskaper
 - ☞ Virkning på veg under forskjellige trafikk-, vær- og føreforhold
- Bidra til fastlegge CMA's virkning på korrosjon
- Bidra til å klarlegge om totalt saltforbruk kan reduseres ved innblanding av CMA i saltet (i hovedsak relatert til langtidsvirkning)

Materialer

Gjennom vinteren 1994/95 ble CMA i blanding med salt prøvd som strømiddel på en strørode ved Kjellerbru vegstasjon i Akershus. Blandingsforholdet var 20 % CMA og 80 % salt (vektprosent).

CMA brukt i CMA/salt-blandingen i Akershus og i Hedmark som ren CMA besto av jevnstore pellets med diameter 2-3 mm, mens CMA som ble brukt ved innblanding i strøsanden i Hedmark besto av flakes med diameter fra 1 til 4 mm. CMA i pelletsform ble produsert av BP Chemicals mens CMA i flakesform ble produsert av Verdugt b.v i Nederland. Begge CMA-typene ble levert av BP Chemicals.

Ved bruk av CMA/saltblanding i Akershus og ved bruk av ren CMA i Hedmark ble det brukt befuktning når vær- og føreforhold tilsa det. CMA/saltblandingen ble befuktet med saltløsning mens ren CMA ble befuktet med kaliumacetat-løsning.

Kostnadene for CMA som ble brukt i disse forsøkene var ca. 9000-11000 kr/tonn. Det gir en kostnad for CMA/saltblandingen (20/80 %) på kr. 2000-2300 kr/tonn. Saltløsningen som ble brukt til befuktning i Akershus kostet ca. 25 øre/l, mens kaliumacetat-løsningen som ble brukt til befuktning av ren CMA i Hedmark kostet 9500 kr/tonn.

Oppfølging

Lengden på forsøksroden i Akershus var ca. 40 km og omfattet veger med ÅDT fra 300 til 23000. Forsøksroden i Hedmark var ca. 3 km og omfattet Mjøsbrua med tilstøtende veger, ÅDT på Mjøsbrua er ca. 6700.

Oppfølgingen i Akershus besto i en visuell oppfølging på vegen, friksjonsmålinger, laboratorieundersøkelser av ulike blandinger av CMA/salt, sammenligning av korrosjonshastigheten i felt ved bruk av CMA/salt og rent salt (1 strekning av hver) og registrering av forbruk for å avklare om man reduserer saltforbruket ved tilsetning av CMA.

Oppfølgingen i Hedmark besto i en visuell oppfølging på vegen samt friksjonsmålinger.

Erfaringer/Resultater

Erfaringene fra feltforsøkene med CMA, CMA/salt-blanding, CMA innblandet i strøsand og ren CMA, vinteren 1994/95 er positive. Materialene har i hovedsak fungert tilfredsstillende.

Det er ikke registrert vesentlige problemer under blanding, lagring, håndtering eller utspredning av **CMA/salt-blanding (20/80 vekt %)**, selv om man under blanding registrerte noe støving. Forsøkene ble utført med gode lagringsforhold for materialene. Det kan oppstå problemer under mer ugunstige lagringsforhold.

Det er ikke registrert vesentlige forskjeller i virkningen på CMA/salt-blandingen og rent sjøsalt. Man har registrert at vegene hvor det brukes CMA/salt-blanding ikke blir så fuktige etter utspredning som vegene hvor det brukes rent sjøsalt. Sammenligningen er basert på tidligere års erfaring med bruk av sjøsalt på roden, samt sammenligning mot naborodene hvor det brukes sjøsalt.

CMA-kornene går seinere i oppløsning etter utspredning enn sjøsaltet, men man har ikke fått avklart om langtidseffekten blir bedre ved tilsetning av CMA til saltet.

Laboratorieundersøkelsene viser at salt har klart bedre evne til å smelte is enn CMA. Resultatene antyder at CMA bidrar til å forsinke og/eller redusere saltets smelteegenskaper i blanding med salt.

Korrosjonsresultatene viser at man har fått vesentlig mindre korrosjon i området med CMA/salt (20/80 %) i forhold til området med rent salt. Noe av denne ulikheten skyldes at det er høyere trafikkmengde (ÅDT 26000 mot 23000) og høyere saltfrekvens (25 %) i området med rent salt, men forskjellen i korrosivitet mellom de 2 områdene er for stor til at det bare kan skyldes ulik trafikkmengde og ulik saltfrekvens. Derfor skyldes endel av ulikheten tilsetning av CMA i strømaterialiet. I Sverige har man ikke fått tilsvarende markante forskjell mellom CMA/salt-strekning (20/80 %) og saltstrekning.

Det er brukt mindre strømiddel på CMA/saltroden i forhold til resten av vedlikeholdsområdet. Dette skyldes delvis strøpolicyen på de to rodene, men også egenskaper hos CMA kan ha bidratt til dette resultatet (går seinere i oppløsning enn saltet, som igjen betyr at det sannsynligvis ikke er behov for å strø ut så ofte).

Det er ikke registrert vesentlige problemer under blanding, lagring, håndtering eller utspredning av CMA innblandet i strøsand. Ved håndtering av CMA i småsekker (flakes) er man avhengig av god utluftning for å unngå problemer pga. støving. Støving er avhengig av CMA-materialets konsistens.

Ved å blande CMA og strøsand oppnås god virkning ved rim på vegen og ved våt vegbane som fryser. Effekten på vegen var bedre enn ved bruk av ren strøsand, men man har for liten erfaring til si om effekten er like god som ved bruk av saltblandet sand. Ved bruk av strøsand/CMA ble ikke vegbanen så våt som ved bruk av saltblandet sand.

CMA i strøsanden virket raskt ved rim og ved våt vegbane som fryser, noe som sannsynligvis er påvirket av at CMA er blandet inn i grusen på forhånd, slik at fuktigheten i grusen har bidratt til at CMA har begynt å gå i oppløsning før den blir spredd ut på vegen.

Under snøvær hadde CMA/sand-blanding liten virkning. Dette skyldes sannsynligvis at den benyttede CMA/sand-blanding bare gir 15 g CMA pr. m², noe som i følge erfaringer fra andre land er for lite under snøvær.

Det er ikke registrert problemer under lagring eller håndtering av ren CMA.

Ved utspredning av ren CMA oppsto det noe tiltetning i spredetallerkenen i starten ved hver utspredning, men etter ca. 20-30 meter var spredebildet jevnt. I disse forsøkene er det ikke registrert problemer ved utspredning i vind, men dette kan være et problem fordi CMA er vesentlig lettere enn salt.

Ved bruk av 20 g CMA pr. m² var virkningen av CMA god ved rim på vegen og ved våt vegbane som fryser, bedre enn det man ville ha oppnådd ved bruk av ren strøsand.

Under snøvær ga ikke 20 g CMA pr. m² tilfredsstillende virkning. Det var nødvendig å øke mengden til 40 g pr. m². Dette er i samsvar med utenlandske erfaringer.

Både ved våt vegbane som fryser og rim, dosering 20 g/m², og under snøvær, dosering 40 g/m², oppnådde man god virkning på vegen ved bruk av CMA. Man har imidlertid for liten erfaring til si om effekten generelt er like god som ved bruk av salt.

Ved bruk av rent CMA registrerte man også at vegbanen ikke ble så våt som ved bruk av salt.

Forslag til videre forskning og utvikling

På bakgrunn av vinterens utprøving av CMA og de begrensninger disse forsøkene hadde, kan det være aktuelt å gjøre flere forsøk med CMA:

- *Rent CMA:*
Utprøvingen av ren CMA bør fortsette for å vinne mer erfaring med bruken, både tørt, befuktet og som løsning.
- *CMA/salt-blanding:*
Bruk av CMA/salt-blanding i normal drift i flere geografiske områder og over lengre tid vil gi bredere kunnskap om virkning og bidra til å utvikle kompetanse på hvordan CMA bør brukes under forskjellige værforhold.
- *CMA/sand-blanding:*
Utprøvingen av CMA/salt-blandingen bør fortsette for å vinne mer erfaring med bruken. Det vil bli gjort supplerende forsøk på Mjøsbrua vinteren 1995/96.
- *Veggrep (friksjon):*
Nytt måleutstyr, både på strøbiler og som egen måleenhet, gjør det mulig å følge opp veggrepet (friksjonen) før, under og etter strøtiltak. Dette vil bedre muligheten til å dokumentere virkningen av strøtiltak.
- *Kostnader ved bruk av CMA:*
Analysere kostnadene ved ulike bruksformer og anvendelsesformer for CMA.
- *Korrosjon: Potensiale for redusert kostnad:*
Beregne reduserte korrosjonskostnader på kjøretøy ved bruk av CMA.
- *Retningslinjer og veiledning for bruk av CMA:*
Det bør gjøres en utredning og framstilling av ulike bruksformer, ulike anvendelsesområder, kostnader ved bruk av CMA og konsekvenser for miljø, kjøretøyer og vegkomponenter ved bruk av CMA.
- *Befuktning av CMA*
Det bør utredes og utprøves alternative løsninger til befuktning av CMA, samt klarlegge når det er behov for befuktning av CMA.
- *Alternative materialer til CMA*
Det bør gjøres en utredning og en utprøving av alternativer til CMA, diverse acetater og formeater er særlig aktuelle.

1 Innledning

I vintervedlikeholdet har man kontinuerlig en diskusjon om bruken av salt om norske veger. Det har vært fokusert på ulemper som korrosjonsskader på biler, skade på betong og armering i bruer, vannforurensning, samt skader på vegetasjonen langs vegene. Dette har ført til at man har stilt spørsmål om det lar seg gjøre å erstatte saltet med andre strømidler slik at man opprettholder en tilfredstillende tilstand på vegen uten saltets negative virkninger.

Søk etter alternative strømidler i USA har bragt fram CMA, kalsium magnesium acetat, som en aktuell kandidat. Etter initiativ fra Vegdirektoratet ble utprøvingen av CMA satt i gang i Akershus høsten 1994.

Gjennom vinteren 1994/95 ble CMA i blanding med salt prøvd som strømiddel på en rode ved Kjellerbru vegstasjon i Akershus. Blandingsforholdet var 20 % CMA og 80 % salt (vektprosent).

I løpet av vinteren utviklet man et ønske om å prøve rent CMA som strømiddel. Av hensyn til en korrosjonsundersøkelse knyttet til utprøvingen av CMA/salt i Akershus ble denne undersøkelsen lagt til Hedmark, E 6 Mjøsbrua hvor det vinteren 1994/95 allerede var satt i gang forsøk med CMA innblandet i strøsand som alternativ til bruk av ren strøsand.

2 CMA

CMA, kalsium-magnesium-acetat, produseres gjennom en kjemisk prosess basert på reaksjon mellom dolomittkalkstein og eddiksyre. Prisen på CMA er i dag i hovedsak styrt av prisen på eddiksyren, som er kostbar. Den CMA som er på markedet i dag, er produsert ved bruk av eddiksyre utvunnet fra naturgass.

CMA produseres som pellets eller flakes. Også den delen av produksjonsprosessen som omfatter tørking og pelletering er energikrevende og kostbar. Det foregår kontinuerlig utvikling for å framstille de best egnede pellets- eller flakesformer og kornstørrelser.

CMA har en densitet på 0,7 mot salt 1,1. Dette krever større volum ved lagring og i sprederbeholder i forhold til salt.

CMA bør lagres tørt innendørs. Utendørs bør CMA lagres i sekker som plasseres opp fra bakken på paller. Sekkene må tildekkes mot nedbør. Hvis CMA utsettes for fuktighet vil det dannes en skorpe på materialet. Denne skorpen kan bli hard, men vil brytes opp ved mekanisk påkjenning.

CMA kan nyttes som strømiddel i rein form, som blanding med salt, som innblanding i strøsand og som løsning.

I blanding med salt nyttes vanligvis blandingsforhold CMA/salt på 20/80 - 30/70 (vektprosent). CMA kan befuktes med CMA-løsning eller med løsning av kaliumacetat. Ved blanding av CMA/salt nyttes også befuktning med saltløsning. Normalt forbruk av CMA i ren og tørr form er 20 - 40 g/m². Under snøvær nyttes mengder opp mot 40 g/m². CMA kan spres med vanlig utstyr som nyttes for salt. I USA legges også CMA i en streng på langs av vegen for å redusere tap til vegens omgivelser. CMA blåses nemlig lett ut av vegen av

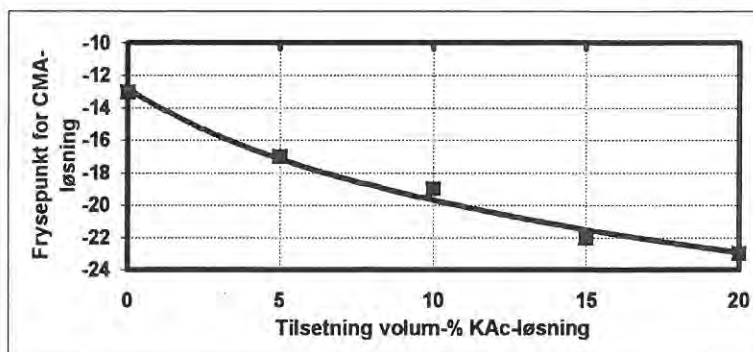
trafikken pga sin lave egenvekt. Det anbefales derfor å nytte befuktning ved preventiv strøing eller utstrøing etter at det har begynt å snø.

CMA kan nyttes til produksjon av CMA-løsning. Normalt blandeforhold er 900 kg CMA og 2.400 liter vann. Dette gir en løsning på omlag 25 %. Ved høyere konsentrasjon blir løsningen ustabil og krystalliserer lett. Produksjon av CMA-løsning krever mekanisk blandedprosess, ren gjennomstrømning er ikke tilstrekkelig. Vanligvis nyttes røranlegg eller rundpumping, gjerne med bruk av spesielle dyser (venturidyser) for å føre løsningen inn igjen i tanken nedenfra. Oppløsning av CMA i vann lettes ved å tilsette litt såpe for å redusere vannets overflatespenning. Normalt forbruk for CMA i væskeform er:

Som befuktning:	130 g pr kg CMA
Løsning som preventiv behandling:	25 g/m ²
Løsning på snø/is-dekke:	150 g/m ²

Spredning av løsning foretas både med sprededysere og punktstråledysere. Punktstråledysere nyttes for å penetrere snø- og islag på vegbanen.

Frysepunktet for CMA-løsning kan senkes ved tilsetning av kaliumacetat, se Figur 1.



Figur 1 Senking av frysepunkt for CMA-løsning ved tilsetning av kaliumacetat

CMA kan blandes med sand for å hindre sanden å fryse i lager eller for å forbedre sandens virkning på vegen. For å hindre frysing av sanden er det tilstrekkelig med tilsetning av 50 kg CMA pr kubikkmeter sand, forutsatt at blandingen av materialene er effektiv. Sandens korngradering (spesielt finstoffinnholdet) og vanninnhold må vurderes ved valg av tilsetningsmengde. For å forbedre sandens effekt på vegen må det nyttes 150 - 400 kg CMA pr kubikkmeter sand. Dette innebærer utstrøing av CMA i en mengde på omlag 15 til 40 g/m², dvs helt tilsvarende bruk av rent CMA.

CMA har et eutektisk punkt (løsningkonsentrasjon som gir lavest frysepunkt) ved -26 °C og en konsentrasjon på 32-33 %. I Tabell 1 er det angitt eutektiske punkter for noen andre ismeltemidler.

Materialer	Eutektisk punkt	
	ved temperatur (°C)	ved konsentrasjon (vektprosent)
CMA	- 26	32-33
NaCl ₂	- 22	22
Natriumformeat	- 17	25
UREA	- 11	32-33
Clearway 1 (KA)	- 16	50
Clearway 2s (KA)	- 18	40

Tabell 1 Eutektiske punkter for ulike ismeltemidler

Prisen på CMA ligger i området 7.000 - 9.000 kr/tonn. Det antas at denne prisen ikke vil synke vesentlig før prisen på eddiksyre kan reduseres.

For å redusere prisen på CMA foregår det flere forsøk på å produsere billigere eddiksyre, bl. a. ved fermentering av organisk materiale, kloakkslam, etc. Bruk av slik eddiksyre kan tilføre CMA egenskaper som er negative i forhold til de som er beskrevet for CMA basert på ren eddiksyre. Dette kan gjelde både korrosjonsegenskaper og forurensningseffekter.

3 CMA/salt

3.1 Mål med forsøket

Formålet med forsøket var å:

- Skaffe erfaring med bruk av CMA/salt-blanding i vintervedlikeholdet gjennom oppfølging av materialets:
 - ⇒ Blanding- og lagringsegenskaper
 - ⇒ Håndteringsegenskaper
 - ⇒ Utspredningsegenskaper
 - ⇒ Virkning på veg under forskjellige trafikk-, vær- og føreforhold
- Bidra til fastlegge CMA's virkning på korrosjon
- Bidra til å klarlegge om totalt saltforbruk kan reduseres ved innblanding av CMA i saltet (i hovedsak relatert til langtidsvirkning)

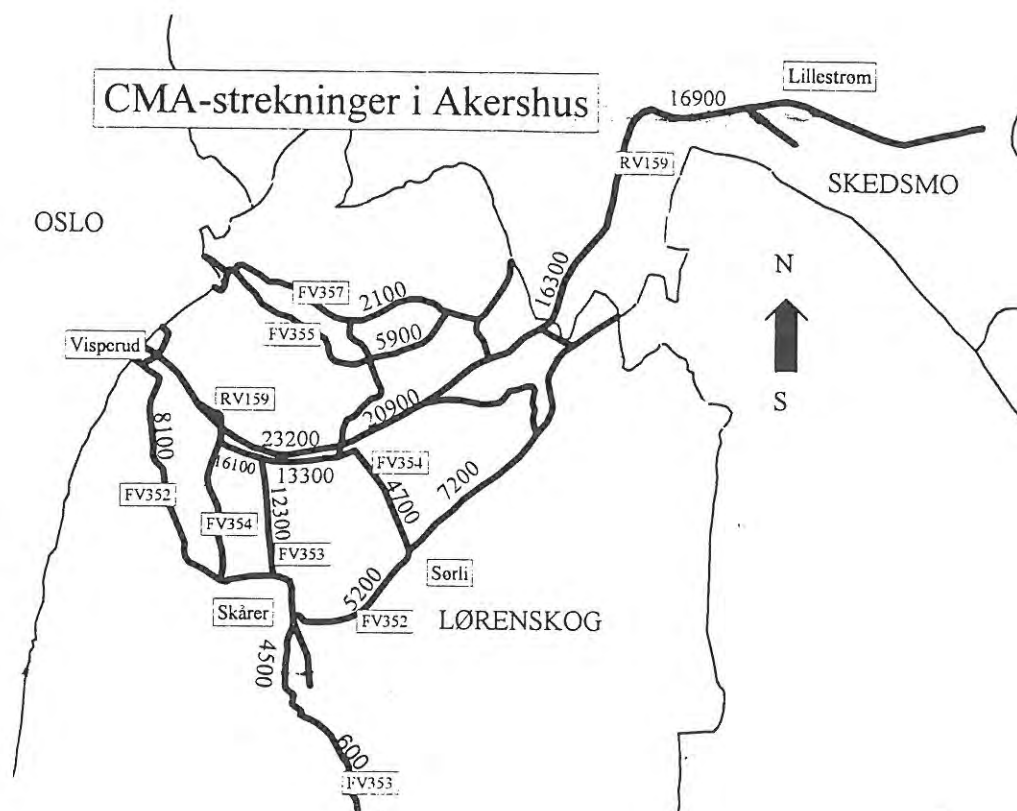
3.2 Forsøksroden

Forsøket med CMA foregikk på en strørode knyttet til vedlikeholdsområde 4 ved Kjellerbru vegstasjon i Akershus.

Lengden på roden var ca. 40 km. ÅDT varierte fra 300 til 23000 innen roden. Roden besto av en 2-6 felts hovedvei, Rv 159, som på deler av veien har status som motorvei (klasse B). I tillegg besto roden av endel andre 2 felts veger, riksveger og fylkesveger, med betraktelig mindre trafikk enn Rv 159, samt ramper på og av Rv 159.

En oversikt over hvilke veger som inngikk i forsøksroden er markert på Figur 2. Roden besto av følgende veger:

- Rv 159 Strømsveien fra Oslo grense til Vigernes
- Fv 351, Hp 50 Høybråtenveien
- Fv 352, Hp 01 Røykåsveien / Gamleveien
- Fv 352, Hp 02 Solheimveien
- Fv 352, Hp 03 Nordliveien
- Fv 353, Hp 01 Skårersletta
- Fv 353, Hp 02 Losbyveien
- Fv 353, Hp 03 Arm Losbyveien
- Fv 353, Hp 04 Solheimveien
- Fv 354, Hp 01 Nordliveien / Elveveien / Nordal Griegsvei
- Fv 354, Hp 02 Nordliveien
- Fv 354, Hp 50 Arm Knattenkrysset
- Fv 354, Hp 51 Arm Knattenkrysset
- Fv 355, Hp 01 Marcus Thranesvei / Fjellhamarveien
- Fv 355, Hp 02 Lørdagsrudveien
- Fv 356, Hp 01 Sykehusveien
- Fv 356, Hp 02 Vittenbergveien
- Fv 357, Hp 01 Haneborgveien



Figur 2 Oversikt over forsøksroden for CMA/salt i Lørenskog og Skedsmo kommune. Tallene angir ÅDT.



Figur 3 Rv 159 Strømsveien, 4 felts veg



Figur 4 Fv 355 Marcus Thranesvei, 2 felts veg

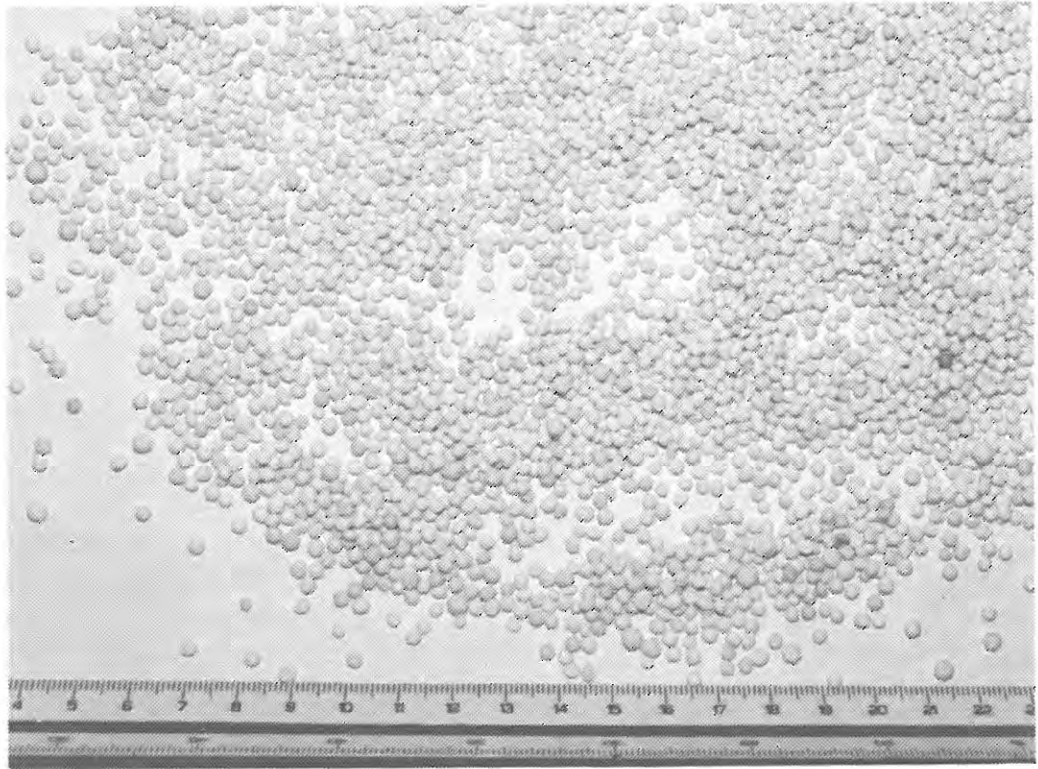
3.3 Materialer

På forsøksroden ble det brukt en blanding som besto av 80 % salt og 20 % CMA (vektprosent). CMA ble produsert og levert av BP Chemicals. Det ble kjøpt inn 41 tonn med CMA og prisen var 9640 kr/tonn (inkl. mva.). Sjøsaltet som ble benyttet hadde spesifikasjoner i overensstemmelse med Statens vegvesens vanlige spesifikasjoner for salt til vintervedlikehold.

CMA besto av jevnstore pellets med diameter 2-3 mm, se Figur 5.

Materialkostnadene for blandingen CMA/salt blir ca. 2000 kr/tonn hvor saltet har en kostnad på ca. 350 kr/tonn og CMA en kostnad på 9600 kr/tonn. Saltløsningen som ble brukt til befuktning kostet ca. 25 øre/l.

Blandingene ble befuktet med saltløsning (30 %) når vær- og føreforhold tilsa det.



Figur 5 CMA-pellets: kornstørrelse 2-3 mm

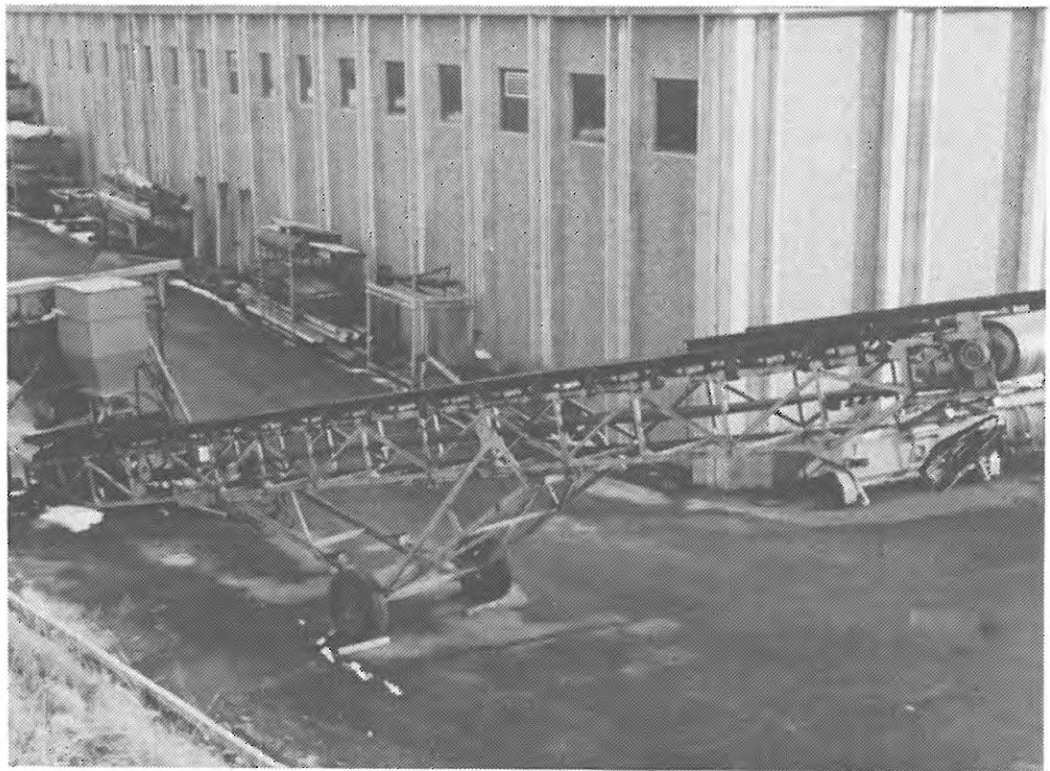
CMA/saltblandingen skulle brukes gjennom hele vintersesongen 1994/95 for å få erfaring med blandingen under ulike vær- og føreforhold.

CMA ble levert i sekker à 1000 kg, se Figur 6. Sekkene ble lagret kaldt under tak.

Blanding av CMA og salt foregikk utendørs med silo og båndmater som vist på Figur 6 og 7. CMA/saltblandingen ble lagret i varmt lager. Lagringstiden fra blanding til bruk på vegen var kort, maksimalt 3-4 uker.



Figur 6 Blanding av CMA



Figur 7 Blanding av CMA

3.4 Forsøksopplegg

Utspredning av CMA/salt-blandingen foregikk etter vanlige prosedyrer og rutiner ved Kjellerbru vegstasjon. For område 4 ved Kjellerbru vegstasjon fungerer beredskapen slik at en person har ansvaret for å kalle ut sjåførere/strøbiler når det er behov for strøing og brøyting.

Til utspredning av CMA/saltblandingen ble det brukt Weisser spreder med befuktningssystem, montert på Unimog. Sprederens volum var 4 m³. CMA/saltblandingen ble befuktet med saltløsning (30 %) når vær- og føreforhold tilsa det. Befuktningen innebærer at forholdet mellom CMA og salt endres til 18/82 % CMA/salt (vektprosent).

3.5 Oppfølging

Oppfølgingen av forsøket med CMA/salt-blanding besto av visuell oppfølging, friksjonsmålinger, laboratorieundersøkelse av strømaterialene og korrosjonsundersøkelse.

3.5.1 Visuell oppfølging

Den visuelle oppfølgingen ble kontinuerlig utført av sjåfører og oppsyn ved Kjellerbru vegstasjon. ViaNova fulgte opp forsøket i korte perioder, både i forbindelse med blanding, spredning og virkning på veg.

Sjåførene fyllte ut et skjema hver gang det ble strødd med CMA/salt på forsøksroden. Skjemaet er vist i Vedlegg 1 og omfatter følgende:

- Tidspunkt for salting (dato og klokkeslett)
- Årsak til salting inkl. om salting utføres preventiv
- Vær- og temperaturforhold under utspredning
- Kjørebanelen under utspredning (føreforhold)
- Utspredd mengde i g pr. m² og total mengde i kg pr. "strøtur"
- Hvilke veiger man strødde ut CMA/salt for hver "strøtur"
- Andre vedlikeholdstiltak enn utstrøing av CMA/salt (brøyting)
- Virkning på veg
- Kommentarer

Oppfølgingen av forsøket ble gjennomført på to nivåer: "Normal oppfølging" og "Ekstra oppfølging".

"Normal oppfølging" ble utført av saltsjåførene og oppsynet ved Kjellerbru vegstasjon, og foregikk gjennom hele vinteren 1994/95. Denne oppfølgingen besto i at saltsjåførene fylte ut skjemaene og oppsynet gjennomførte en visuell vurdering av CMA/salt-roden mot tidligere erfaringer på roden, samt sammenligning mot naborodene hvor det ble brukt rent salt.

For utvalgte korte perioder i løpet av saltsesongen ble det gjennomført en "ekstra oppfølging" av forsøksroden. Disse periodene skulle dekke ulike vær- og føreforhold, dvs. typiske høst/vårforhold og typiske vinterforhold. Ved typiske høst/vårforhold er hovedårsaken til strøingen at vann fryser til is på vegbanen eller at det dannes rim på

vegbanen. Ved typiske vinterforhold er det i hovedsak snøvær som er årsak til strøing av CMA/salt.

"Ekstra oppfølging" besto av "Normal oppfølging" supplert med oppfølging utført av ViaNova samt friksjonsmålinger utført av Veglaboratoriet. Både ViaNova's oppfølging og Veglaboratoriets oppfølging skjedde etter avtale med Kjellerbru vegstasjon.

3.5.2 Friksjonsmåling

Friksjonsmåling skulle foretas av Veglaboratoriet i periodene med ekstra oppfølging, etter avtale med Kjellerbru vegstasjon og ViaNova.

Måling skulle foretas på 4 delstrekninger à ca. 300 m med forskjellig vegtype og ÅDT, og målingene skulle utføres både under typiske høst/vårforhold og typiske vinterforhold. To av delstrekningene lå på Rv 159, en på Fv 355 (Marcus Thranes vei) og en på Fv 353 (Skårersletta).

Friksjon skulle måles før det ble glatt, mens det var glatt og en eller flere ganger etter at det hadde vært strødd med CMA/salt.

Måling skulle foretas med Veglaboratoriets utstyr, Oscar. Pga. liten tilgjengelighet på måleutstyret ble målingene ikke gjennomført etter planen.

3.5.3 Laboratorieundersøkelser

Det skulle gjennomføres en laboratorietest for å analysere smelteeffekten av rent salt, rent CMA og ulike blandinger av CMA og salt. Dette skulle gjøres for å etablere en referanse til tidligere data for ordinært salt (sjøsalt og steinsalt), samt for undersøke følsomheten ved unøyaktig blandingsforhold CMA/salt.

Laboratorietesten som ble benyttet er en issmeltetest. Is produseres i begere ved ca. - 18 °C. Etter temperering i klimaskap ved - 3 °C, blir ismeltemidler (CMA, salt eller CMA/saltblanding) tilsatt. I dette forsøket ble det benyttet 4.2 g ismeltemiddel. Smeltet is etter 30 minutter og 60 minutter blir rapportert.

Testen ble utført for rent CMA og rent salt samt for CMA/salt-blandingene 10/90, 20/80 og 30/70. I tillegg ble det gjennomført tester for rent salt tilsatt i redusert mengde tilsvarende saltinnholdet i 10/90, 20/80 og 30/70 CMA/saltblandingene.

3.5.4 Korrosjonsundersøkelse

Korrosjonstesting skulle foretas etter opplegg som benyttes av Vägverket og Sveriges Provnings- og Forskningsinstitut i Sverige. Korrosjonsmålingene utføres med stålplater på stasjonære rigger som plasseres nær vegen. I tillegg skulle det etableres en rigg med stålplater i nærheten av veien for å registrere den atmosfæriske korrosjonen i området.

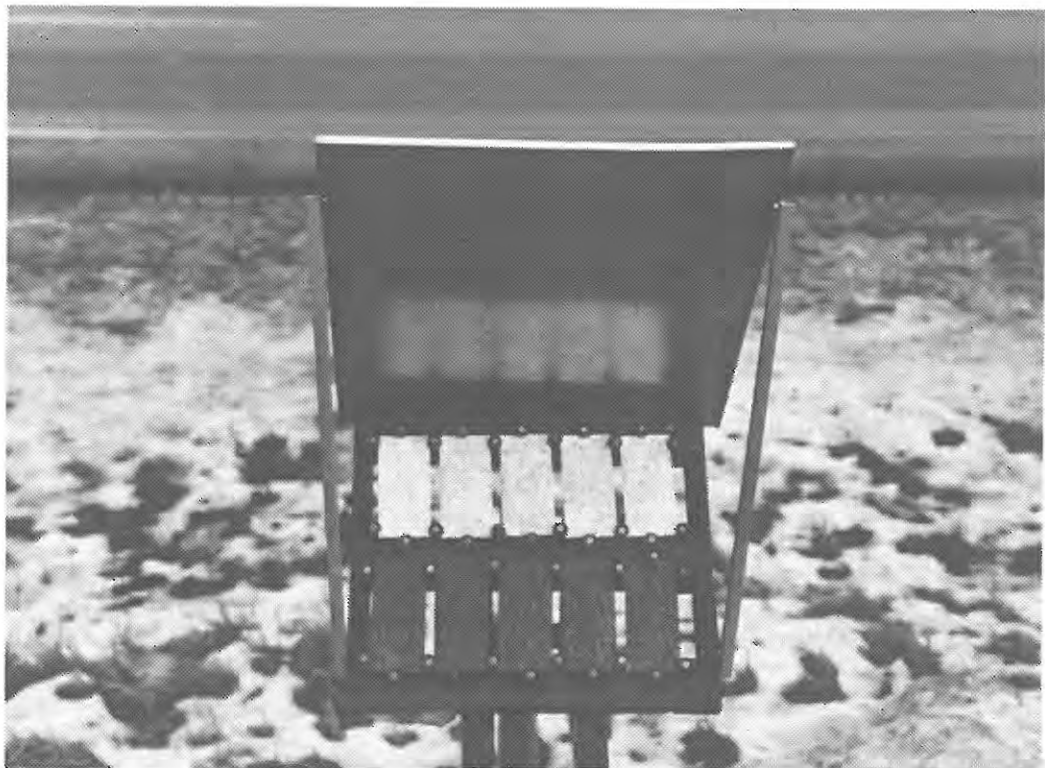
I tillegg til å plassere korrosjonsriggene på forsøksroden ble det også plassert tilsvarende korrosjonsrigger med stålplater i et område hvor det blir brukt rent sjøsalt. Dette ble gjort for å sammenligne korrosjonshastigheten i de 2 ulike områdene, dvs. sammenligne korrosjonshastigheten ved bruk CMA/saltblanding mot korrosjonshastigheten ved bruk av rent salt.

For forsøksroden ble korrosjonsrigger plassert i midtrabatten på Rv 159 ved "Metro forretningscenter", vendt mot kjørefeltene mot Oslo, se Figur 8. Korrosjonsrigger for registrering av atmosfærisk korrosjon ble plassert et stykke ut fra vegen, ved kjørefeltene i retning Oslo, se Figur 9.

Som referanse til forsøksroden ble E6 ved Kløfta valgt. Korrosjonsrigger ble plassert i midtrabatten vendt mot kjørefeltet mot Oslo. Korrosjonsrigger for registrering av atmosfærisk korrosjon ble plassert et stykke ut fra vegen ved siden av kjørefeltene i retning Oslo. E6 ved Kløfta ble valgt fordi den ligger i samme geografiske område, har samme vegtype, har tilnærmet samme forbruk ved utstrøing, har tilnærmet samme strøhyppighet og har tilnærmet samme trafikkmengde som Rv 159 ved "Metro forretningscenter".

Korrosjonsriggerne ved midtrabattene ble plassert 2 m fra vegkant (3 m fra kjørebane kant) og ca. 50-60 cm over vegbanen. Riggerne besto av 5 ubehandlede og 5 lakkerte plater. Korrosjonsrigger for atmosfærisk korrosjon ble plassert 4-5 meter fra vegkant og 4 meter over bakkenivå og besto av 5 ubehandlede plater.

Riggerne ble plassert ut den 26. oktober 1994 og tatt inn 31. mars 1995. Plater og rigger ble produsert av Sveriges Provnings- og Forskningsinstitut, og plassert ut og tatt inn av Kjellerbru vegstasjon.



Figur 8 Rigg for måling av korrosjon, Rv159 ved "Metro forretningscenter"



Figur 9 Rigg for måling av atmosfærisk korrosjon, Rv159 ved "Metro forretningscenter"

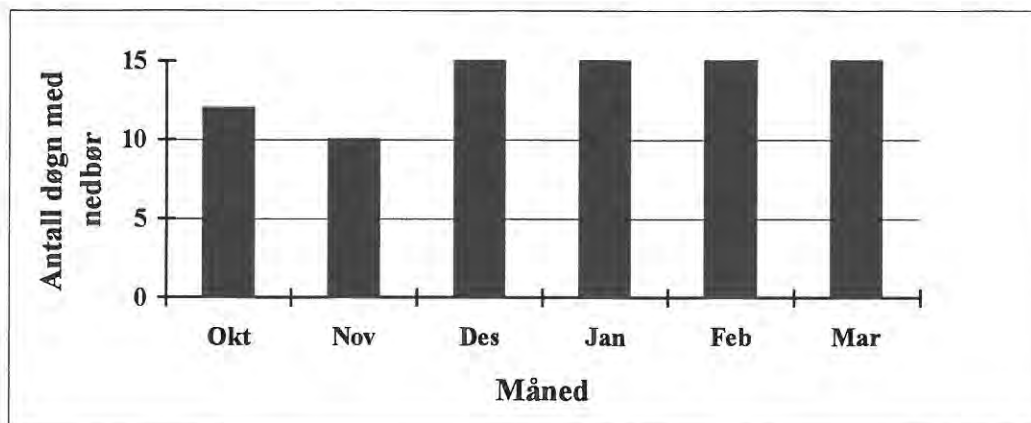
3.6 Resultater

3.6.1 Værforhold vinteren 1994/95

I forbindelse med hver utspredning av CMA/salt ble det notert hvilke vær- og temperaturforhold det var. Fra Hellerud værstasjon i Skedsmo er det innhentet en rapport som viser nedbørsmengden pr. døgn i forsøksperioden, samt om nedbøren har kommet i form av snø eller regn. Hellerud værstasjon er den meteorologiske værstasjonen som ligger nærmest forsøksroden.

Hellerud værstasjon har ikke data om temperatur. Oversikt over temperaturen og variasjon i temperatur i forsøksperioden er derfor hentet fra vaktrapportene for område 4. I vakt-rapportene er lufttemperaturen notert minst 4 ganger i døgnet.

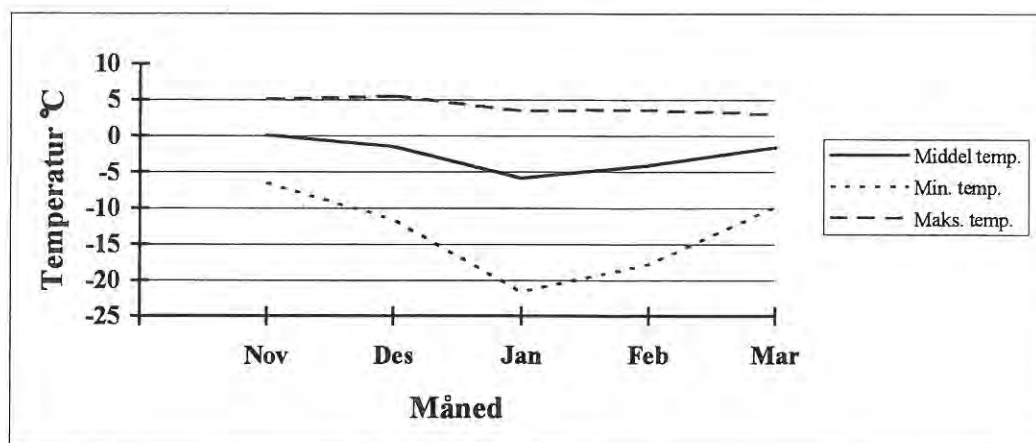
Figur 10 viser antall døgn med nedbør for hver måned. Tabell 2 viser nedbørsmengde (nedbørshøyde i mm) for hver måned i forsøksperioden. Figur 11 viser middel-, maks.- og min.temperatur, målt kl. 07.00 hver dag, for hver måned i forsøksperioden.



Figur 10 Antall døgn med nedbør pr. måned i forsøksperioden, Hellerud værstasjon

Måned	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar
Nedbørshøyde i mm (vann)	52.5	52.9	89.2	111.3	86.5	48.2

Tabell 2 Samlet nedbørshøyde pr. måned i forsøksperioden, Hellerud værstasjon



Figur 11 Middel-, maks.- og min.temperatur for hver måned, målt kl. 07.00 hver dag Vaktrapport, område 4, Akershus

3.6.2 Blanding, lagring og håndtering

Det er ikke registrert vesentlige problemer under blanding, lagring og håndtering av CMA, selv om man under blanding registrerte noe støving. Fravær av lagringsproblemer må ses på bakgrunn av de gunstige lagringsbetingelsene, se kap. 3.3.

3.6.3 Utspredning

Under utspredning ble det brukt fra 10 til 15 g CMA/saltblanding pr. m², bare unntaksvis under kraftig snøvær ble det brukt opptil 20 g CMA/saltblanding pr. m².

Det er ikke registrert problemer under spredning av CMA/salt-blandingen, verken i sprederen eller i måten blandingen ble spredd ut over veggen på. CMA/salt-blanding synes også å bli liggende på vegger i tilfresstillende grad.

3.6.4 Virkning på veg

Det er ikke registrert vesentlige forskjeller i virkningen på CMA/salt-blandingen og rent sjøsalt. Man har registrert at vegene med CMA/salt-blanding ikke blir så fuktige etter utspredning som vegene med rent sjøsalt. Sammenligningen er basert på tidligere års erfaring med bruk av sjøsalt på roden, samt sammenligning mot naborodene hvor det brukes rent sjøsalt.

Etter utspredning ser man også at CMA-kornene går seinere i oppløsning enn sjøsaltet, men man har ikke fått avklart om langtidseffekten blir bedre ved tilsetning av CMA. Ved snøvær var det tanken å redusere saltmengden ved å ikke salte under selve snøværet, men salte bare preventivt og etter at snøværet har gitt seg. Dette har man ikke tatt sjansen på fordi temperaturen har steget og snøen blitt kram med stor fare for såledannelse ved nesten alle snøfallene vinteren 94/95.

3.6.5 Friksjonsmåling

Friksjon skulle måles før det ble glatt, mens det var glatt og en eller flere målinger etter at CMA/saltet hadde virket, både under vår/høstforhold og vinterforhold. Under vår/høstforhold ble det bare målt før det ble glatt, mens man ikke har målt under vinterforhold i Akershus.

Resultatene viser at midlere friksjonskoeffisient på vegger på forsøksroden ligger i området 0.7-0.8 ved 17 % slipp og målehastighet på 50-60 km/t ved måling på bart vått vegdekke.

3.6.6 Laboratorieundersøkelser

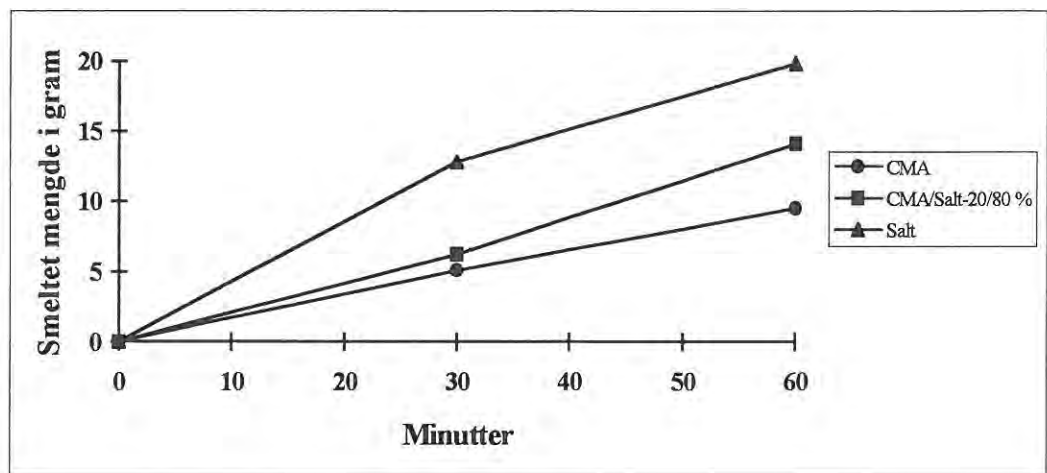
Det er gjennomført issmeltetest med følgende materialer og blandinger: rent CMA, rent salt og blandingene 10/90 %, 20/80 % og 30/70 % CMA/salt (vektprosent).

Etter at resultatene av denne testen forelå ble det bestemt å gjennomføre en issmeltetest på rent salt med tilsvarende mengde rent salt som det var i blandingene, dvs. uten tilsetning av CMA. Dette for å undersøke om CMA-tilsetningen påvirker smelteegenskapene til saltet. I denne undersøkelsen er det brukt følgende blandinger 10/90 %, 30/70 % og 50/50 % (vektprosent). I tillegg er det tatt med prøver av rent salt og rent CMA, med den samme mengde issmeltemiddel som var brukt i den første undersøkelsen.

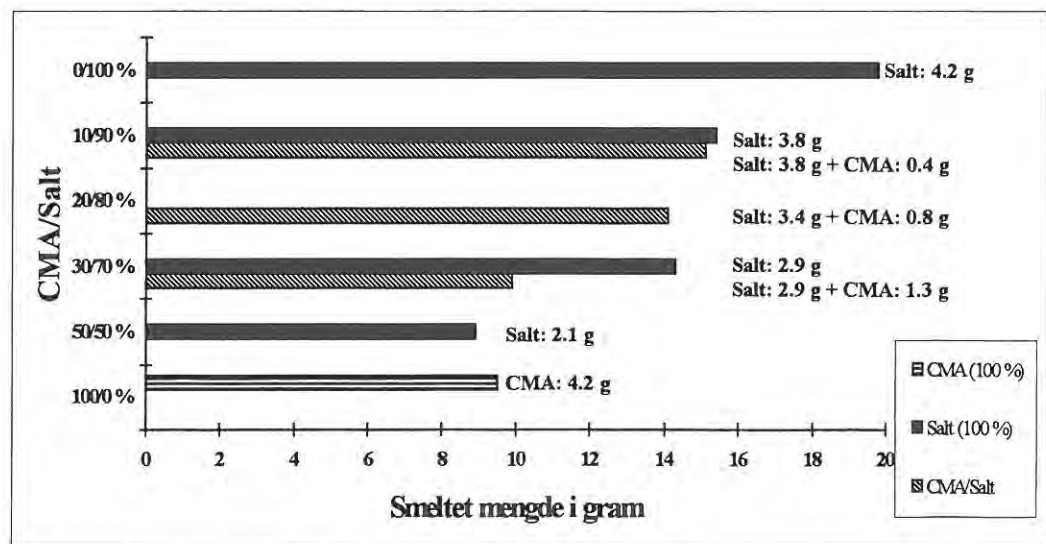
Resultatene er vist i Tabell 3, Figur 12 og Figur 13. Smeltet is (g og ml) etter 30 minutter og 60 minutter er rapportert. I Figur 12 er smeltet ismengde etter 30 og 60 minutter vist for rent CMA, rent salt og CMA/saltblanding 20/80 %. Figur 13 viser hvordan tilsetning av CMA virker på saltets issmelteegenskaper. Til høyre for de horisontale søylene er det angitt hvor mye issmeltemiddel (gram) det er brukt for de ulike prøvene.

	Etter 30 minutter, gram (ml)	Etter 60 minutter, gram (ml)
CMA - Rent	4.3 (3.5)	9.1 (9.0)
CMA/salt - 30/70 %	5.8 (5.5)	9.9 (9.5)
CMA/salt - 20/80 %	6.2 (6.0)	14.1 (13.5)
CMA/salt - 10/90 %	8.0 (7.5)	15.1 (15.5)
Sjøsalt - Rent	9.7 (9.5)	19.7 (20.0)

Tabell 3 Smelteforsøk: Smeltet ismengde (gram, ml) etter 30 og 60 minutter



Figur 12 Smeltet ismengde i gram etter 30 og 60 minutter for rent CMA, 20/80 % CMA/salt-blanding og rent salt



Figur 13 Smeltet ismengde i gram etter 60 minutter for rent CMA, CMA/salt-blanding og rent salt

Salt har klart bedre evne til å smelte is enn CMA. Etter 60 minutter hadde bare halvparten så mye is smeltet ved bruk av CMA som ved bruk av salt. Blandingen 30/70 % CMA/salt har omlag samme smelteevne som rent CMA. Både etter 30 minutter og etter 60 minutter er det fremdeles endel uoppløst CMA igjen i prøvebeget.

Smeltetest med lengre varighet enn 60 minutter viser at forskjellen mellom CMA og salt utjevnes noe når materialene får virke over lengre tid.

Resultatene av issmeltetestene viste også at CMA bidrar til å forsinke og/eller redusere saltets smelteegenskaper. I issmeltetesten hadde man 2 prøver hvor det var tilsatt like mye mengde med salt, men i den ene prøven var det i tillegg tilsatt noe CMA (tilsvarende blandingforhold 10/90 og 30/70). Resultatene viste at den prøven som besto av rent salt hadde større smelteeffekt enn den som besto av CMA/salt-blanding, se Figur 13.

Resultatene fra smeltetesten underbygger observasjonene på veggen om mindre fuktig veg ved bruk av CMA samt at CMA-kornene blir liggende lenger uoppløst på vegbanen.

3.6.7 Korrosjonsundersøkelse

Resultatene av korrosjonstestingen på stålplatene er vist i rapport fra Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut "Utvärdering av korrosivitet hos vägsalt (NaCl) med och utan CMA-tillsats. Fältförsök i Akershus". Hovedresultatene fra denne rapporten gjengis her.

Etter at stålplatene har stått ute hele vinteren (26.10.94-31.03.95) ble de analysert på laboratoriet. De lakkerte platene ble analysert med henblikk på å registrere skader i lakken, dvs. hvor mye lakk som var forsvunnet (avflakning) og mengden underrust på platene. For å beregne avflakningen og mengde underrust tok man utgangspunkt i kanten på de lakkerte stålplatene og målte utbredelsen av avflakningen og mengde underrust som avstand (mm) i forhold til kanten på stålplatene.

De ubehandlede stålplatene ble analysert med henblikk på å registrere omfanget av rust. Rusten på platene ble fjernet ved hjelp av konsentrert saltsyre og materialtapet ble bestemt ved veiinger. For å komme fram til rustdannelsen som skyldes forholdene på vegbanen har man beregnet differansen i rustdannelse mellom platene plassert ved vegbanen og platene plassert et stykke fra veggen (atmosfærisk korrosjon).

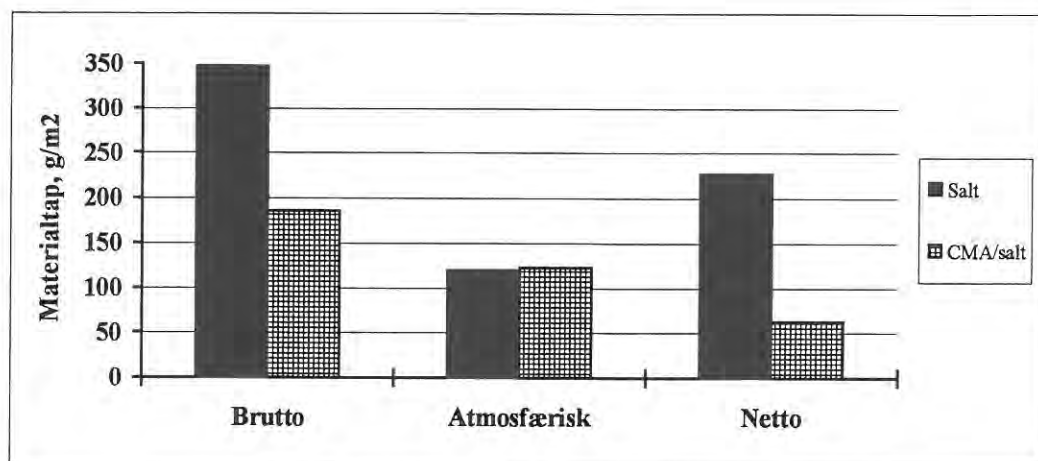
Resultatene av analyseringen av de lakkerte platene er vist i Tabell 4, mens resultatene av analyseringen av de ubehandlede platene vist i Tabell 5 og Figur 14.

	CMA/salt mm	Salt (referanse) mm
Avflakning	2.8	6.8
Underrust	3.8	10.4

Tabell 4 Lakkerte stålplater: Avflakning og underrust

Materialtap pga. rust	CMA/salt g/m ²	Salt (referanse) g/m ²
Eksponert på vegen	186	347
Eksponert i atmosfæren	123	120
Netto	63	227

Tabell 5 Materialtap pga. rust på ubehandlede stålplater



Figur 14 Materialtap pga. rust på ubehandlede stålplater

Både analyseresultatene av de lakkerte stålplatene og de ulakkerte stålplatene viser at rustdannelsen var vesentlig større på de platene som var plassert i området hvor det ble brukt rent salt sammenlignet med de platene som var plassert i området hvor det ble brukt CMA/salt-blanding.

Fra Tabell 5 og Figur 14 ser man at den atmosfæriske korrosjonen er temmelig lik for de to områdene og at den korrosjonen som skyldes forholdene på vegbanen (netto) er 3-4 ganger større i det området hvor det ble brukt rent salt sammenlignet med det området hvor det ble brukt CMA/salt-blanding.

En nærmere analyse av de 2 områdene hvor stålplatene er plassert viser at både trafikkmengden og saltfrekvensen er noe ulik. Trafikkmengden (ÅDT) på CMA/salt-området var ca. 23000 mens trafikkmengden (ÅDT) på salt-området var ca. 25000-26000. En vurdering av saltfrekvensen viser at utspreidningen har foregått endel oftere i salt-området sammenlignet med CMA/salt-området, anslagsvis 25 % oftere.

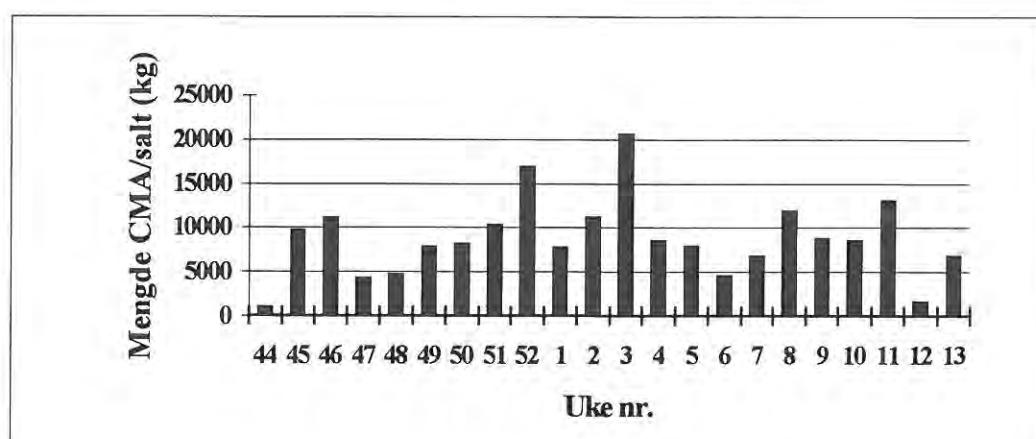
Både ulik trafikkmengde og spesielt ulik saltfrekvens mellom de 2 områdene vil påvirke korrosjonsresultatene. Begge disse ulikhetene peker i samme retning, dvs. at rustdannelsen ville ha vært mer lik i de 2 områdene hvis ikke disse ulikhetene hadde eksistert, men forskjellen i korrosivitet mellom de 2 områdene er for stor til at det bare kan skyldes ulik trafikkmengde og ulik saltfrekvens. Derfor skyldes endel av ulikheten tilsetning av CMA.

Flere laboratorieforsøk i andre undersøkelser har vist at CMA i seg selv ikke er korrosivt og at CMA i blanding med salt har en korrosjonshindrende effekt.

Korrosjonshastigheten og forskjellen i korrosjonshastighet kan også variere mye avhengig av type vinter. Under kalde vintere er den totale korrosjonen lav og forskjellen i korrosjonshastighet mellom saltede og usaltede veger stor. Under milde vintere er det motsatte tilfelle, dvs den totale korrosjonen er høy og forskjellen i korrosjonshastighet mellom saltede og usaltede veger liten.

3.6.8 Forbruk av CMA/salt

Totalt er det brukt ca. 175 tonn med CMA/saltblanding på forsøksroden, dvs. ca. 35 tonn CMA (20 %) i perioden fra midten av oktober 1994 til 1. april 1995. Forbruket av CMA/salt gjennom vinteren er vist i Figur 14.



Figur 14 Forbruk av CMA/salt gjennom vinteren 1994/95

Det er gjort en sammenligning av utstrødde mengder på CMA/salt-roden og utstrødde mengder på resten av vegnettet i driftsområde 4. Sammenligningen er basert på mengde CMA/salt hentet på Berger vegsentral og hva som er tatt av av salt til resten av område 4 i perioden fra 15. oktober 1994 til 15. april 1995.

Ut ifra mengde og utstrødd areal er forbruket gjennom hele vinteren beregnet til 550 g/m² for CMA/saltroden og 950 g/m² for resten av område 4. Det er da benyttet et dekkeareal på 302.354 m² for CMA/saltroden og et dekkeareal på 1.856.577 m² for resten av område 4. Dette dekkearealet inkluderer kjørebane samt asfalterte skuldre.

For januar 1995 ble det også gjort en sammenligning av utstrødde mengder på CMA/salt-roden og utstrødde mengder på resten av område 4. Denne sammenligningen er basert på sjåførenes notering av mengde CMA/salt som ble brukt ved hver "saltrunde" for CMA/saltroden og noteringer av utstrødd mengde salt pr. skift i "vaktrappen" for resten av område 4. Resultatene viste at forbruket for CMA/salt-roden var 171 g/m² og for resten av område 4 var forbruket 173 g/m² i januar måned.

Det er knyttet usikkerhet til fastlegging av mengde CMA/salt brukt på CMA/saltroden og mengde salt brukt i resten av område 4. Men det er sannsynligvis brukt mindre strømiddel på CMA/saltroden i forhold til resten av område 4. Dette skyldes nok "policy", men også muligens egenskaper hos CMA. Ved utstrøing på CMA/saltroden er det i større grad blitt fokusert på å redusere mengden ved utstrøing enn det er gjort på resten av område 4, og av den grunn er nok forbruket blitt redusert. CMA har den egenskapen at den går seinere i oppløsning enn saltet, som igjen betyr at det sannsynligvis ikke er behov for å strø ut så ofte. Denne egenskapen ved CMA kan også ha vært med på å redusere utspredd mengde på CMA/saltroden.

4 CMA innblandet i strøsand

Mjøsbrua har ikke tilstrekkelig betongoverdekning til å beskytte armeringen mot salt, derfor ønsker man ikke å nytte salt i vintervedlikeholdet på brua. Strøing er tidligere utført med bare rein sand (uten saltinnblanding). Rein sand har imidlertid kortvarig virkning på veger med stor trafikk og høy hastighet.

Ved bruk av sand på Mjøsbrua oppnår man vesentlig dårligere frikjonsforhold enn for resten av E6 i Hedmark og Oppland hvor det brukes salt i vintervedlikeholdet.

Vinteren 1994/95 ble det startet forsøk med CMA innblandet i strøsand for om mulig å bedre friksjonsforholdene på brua.

Fra tidligere forsøk med CMA er det rapportert om liten negativ effekt på betong og armeringskorrosjon. Det finnes endog rapporter som antyder at CMA stopper eller reduserer igangværende korrosjon på armering i saltinfisert betong.

4.1 Mål med forsøket

Hensikten med forsøket var å prøve ut og vinne erfaring med bruk av CMA innblandet i strøsand for bruk i vintervedlikeholdet.

4.2 Strekning

Det ble benyttet CMA innblandet i strøsand på Mjøsbrua samt noen vegstrekninger knyttet til Mjøsbrua, i alt 3 km. Forsøket omfattet strekningen fra bomstasjonen til Mjøsbrua (E6), selve Mjøsbrua (E6), samt 0.5 km nordover på E 6 og 0.5 km sørøver på Rv 4 i Oppland fylke.

E 6 over Mjøsbrua er en 2-felts veg med trafikk ca. 6700 ÅDT.

Et bilde av Mjøsbrua er vist i Figur 15. Brua ligger utsatt til for vind.



Figur 15 Mjøsbua, E6 Hedmark - Oppland

4.3 Materialer

CMA som ble benyttet i dette forsøket ble produsert i Nederland av Verdugt b.v. og levert av BP Chemicals. Prisen var kr. 52.700 for 4.800 kg, dvs. kr. 10.900 pr. tonn.

CMA besto av hvite uregelmessige "flak" med skarpe kanter. Kornstørrelsen varierte fra 1 til 4 mm. CMA ble levert i papirsekker à 20 kg, plassert på paller à 800 kg. Gjennom vintersesongen 1994/95 ble det brukt ca. 4800 kg CMA innblandet i strøsand.

Ved innblanding av CMA i strøsand på Mjøsbua ble det brukt knuste steinmaterialer med gradering 0-6 mm. Blandingsforholdet var 140 kg CMA pr. m³ sand, som ved ordinær strøing gir omlag 15 g CMA/m² ut på vegen. Blanding av CMA og strøsand er utført med hjullaster. Strøsand og CMA ble blandet og lagret på Moelv, det meste innendørs. Prisen på blandingen CMA/sand blir ca. 1800 kr/m³ (sand ~ 100 kr/m³)

4.4 Forsøksopplegg

For Mjøsbrua er det etablert en egen beredskapsordning om vinteren fordi brua skiller seg fra tilstøtende vegnett ved at den ikke saltes. Denne beredskapsordningen gjelder for ca. 3 km veg, identisk med forsøksstrekningen beskrevet i kap. 4.2.

CMA/sand-blandingen ble spredd ut med Epoke strøpparat, montert på en lastebil. Ved ordinær strøing skulle det legges ut en sandmengde som ga omlag 15 g CMA/m² ut på vegen.

4.5 Oppfølging

Oppsynet og sjåførene gjorde en visuell vurdering av virkningen av CMA/strøsanden på vegen. Vurderingen baserte seg på en sammenligning mot tidligere erfaring med strøsand på strekningen, samt sammenligning mot tilstøtende veg hvor det brukes rent salt.

Det er gjort friksjonsmålinger med Dynometer på strekningen hvor det brukes CMA/strøsand. Som referanse ble det noen ganger målt friksjon på tilstøtende veger hvor det brukes salt og rein strøsand. Måling av friksjon ble gjort både før og etter utspredning.

4.6 Resultater

4.6.1 Blanding, lagring og håndtering

Det er ikke registrert vesentlige problemer under blanding, lagring eller håndtering av CMA/sand. Ved håndtering av denne type CMA i småsekker er man avhengig av god utluftning for å unngå problemer med støving.

4.6.2 Utspredning

Det har ikke oppstått problemer under spredning. Ved hver "strørunde" ble det strødd ut sand i en mengde som ga ca 15 g CMA pr m².

4.6.3 Virkning på veg

Ved å blande CMA og strøsand oppnådde man god virkning ved rim på vegen og ved våt vegbane som fryser. Effekten på vegen var bedre enn ved bruk av rein strøsand, men man har for liten erfaring til si om effekten er like god som ved bruk av saltblandet sand. Ved bruk av strøsand/CMA ble ikke vegbanen så våt som ved bruk av saltblandet sand.

CMA i strøsanden virket raskt ved rim og ved våt vegbane som fryser, noe som sannsynligvis er påvirket av at CMA er blandet inn i grusen på forhånd, slik at fuktigheten i grusen har bidratt til at CMA har begynt å gå i oppløsning før den blir spredd ut på vegen.

Under snøvær hadde CMA/sand-blanding liten virkning. Dette skyldes sannsynligvis at strøing bare gir 15 g CMA pr. m², noe som i følge erfaringer fra andre land er for lite under snøvær.

4.6.4 Friksjonsmåling

Friksjon er målt jevnlig vinteren 1994/95 med et enkelt utstyr (Dynometer) som disponeres av Ringsaker vegstasjon.

Resultatene av Dynometermålingene viser at friksjonen er bra ved de fleste målinger (tilsvarende våt bar veg), både på forsøksrekningen og referanserekningen (salt). For de målinger som er gjort på underlag av is eller snø viser resultatene at man oppnår tilnærmet samme friksjon på forsøksrekningen og referanserekningen, men sammenligningen er bare basert på 5 målinger.

5 Rent CMA som strømiddel

I forbindelse med med utprøvingen av CMA/salt-blanding i Akershus oppsto det et ønske om å utprøve rent CMA som strømiddel. For ikke å ødelegge grunnlaget for korrosjonsundersøkelsen i Akershus, ble utprøvingen av rent CMA lagt til Hedmark, hvor man allerede var i gang med å teste ut CMA innblandet i strøsand.

5.1 Mål med forsøket

Hensikten med forsøket var å prøve ut og vinne erfaring med bruk av rent CMA som strømateriale i vintervedlikeholdet.

5.2 Strekning

Utprøvingen av rent CMA ble utført på samme strekning som utprøving av CMA/strøsand, dvs. strekningen fra bomstasjonen til Mjøsbrua (E6), selve Mjøsbrua (E6), samt 0.5 km nordover på E 6 og 0.5 km sørover på Rv 4 i Oppland fylke, i alt 3 km.

E 6 over Mjøsbrua er en 2-felts veg med trafikk ca. 6700 ÅDT.

5.3 Materialer

Det ble benyttet CMA fra Akershus, se kap. 3.3. CMA ble befuktet med 130 g kaliumacetat-løsning (merkebetegnelse Clearway 1) pr. kg CMA i henhold til spesifikasjoner fra Cryotech. Fra begynnelsen av mars og ut vintersesongen ble det brukt ca. 5000 kg CMA.

Erfaringer ved bruk av Clearway 1 på flyplasser viser at materialet fører til korrosjon på sink og galvaniserte materialer, men det foreligger også laboratorieundersøkelser som viser at kaliumacetat ikke har spesiell korrosiv effekt på galvaniserte materialer sammenlignet med andre strømaterialer (salt, CMA og Urea).

Kostnader for ren CMA er 9640 kr/tonn (inkl. mva.). Kostnadene for kaliumacetat-løsning er 9470 kr/tonn (inkl. mva.).

5.4 Forsøksopplegg

For Mjøsbrua er det etablert en egen beredskapsordning om vinteren, se kap. 4.4.

Strøtystyret ble lånt av Statens vegvesen Akershus. Det ble benyttet en Weisser tallerkenspreder med befuktning.

Fra 5. mars til ca. 20. mars ble det brukt 20 g CMA pr. m², både i forbindelse med våt vegbane som fryser, rim og snøvær, mens det fra ca. 20 mars ble brukt 20 g CMA pr. m² i forbindelse med våt vegbane som fryser og rim og 40 g CMA pr. m² i forbindelse med snøvær.

5.5 Oppfølging

Oppsynet og sjåførene gjorde en visuell vurdering av virkningen av CMA på vegen. Vurderingen baserte seg på en sammenligning mot erfaring med strøsand på strekningen, samt sammenligning mot tilstøtende veg hvor det brukes rent salt. I forbindelse med et snøfall i begynnelsen av mars var også ViaNova tilstede for å gjøre en vurdering av effekten på vegen ved bruk av rent CMA.

Det er gjort friksjonsmålinger med Dynometer på strekningen hvor det brukes rent CMA. Som referanse ble det noen ganger målt friksjon på en strekning som saltes (E 6 ved Rudshøgda). Måling av friksjon ble gjort både før og etter utspredning. Under et snøfall i begynnelsen av mars ble det også målt friksjon med Veglaboratoriets utstyr, Oscar.

5.6 Resultater

5.6.1 Lagring og håndtering

Det er ikke registrert problemer under lagring eller håndtering av CMA eller kaliumacetatløsning.

5.6.2 Utspredning

Ved utspredning av CMA oppsto det noe tiltetning i spredetallerkenen i starten ved hver utspredning, men etter ca. 20-30 meter var spredetallet jevnt. I disse forsøkene er det ikke registrert problemer ved utspredning i vind. Dette kan være et problem på Mjøsbrua hvis det ikke ligger snø på vegbanen.

5.6.3 Virkning på veg

Ved bruk av 20 g CMA pr. m² var virkningen av CMA god ved rim på vegen og ved våt vegbane som fryser, bedre enn det man ville ha oppnådd ved bruk av ren strøsand.

Ved bruk av 20 g CMA pr. m² var virkningen av CMA dårlig under snøvær, mens man ved bruk av 40 g CMA pr. m² oppnådde betraktelig bedre virkning. Dette er i samsvar med utenlandske erfaringer.

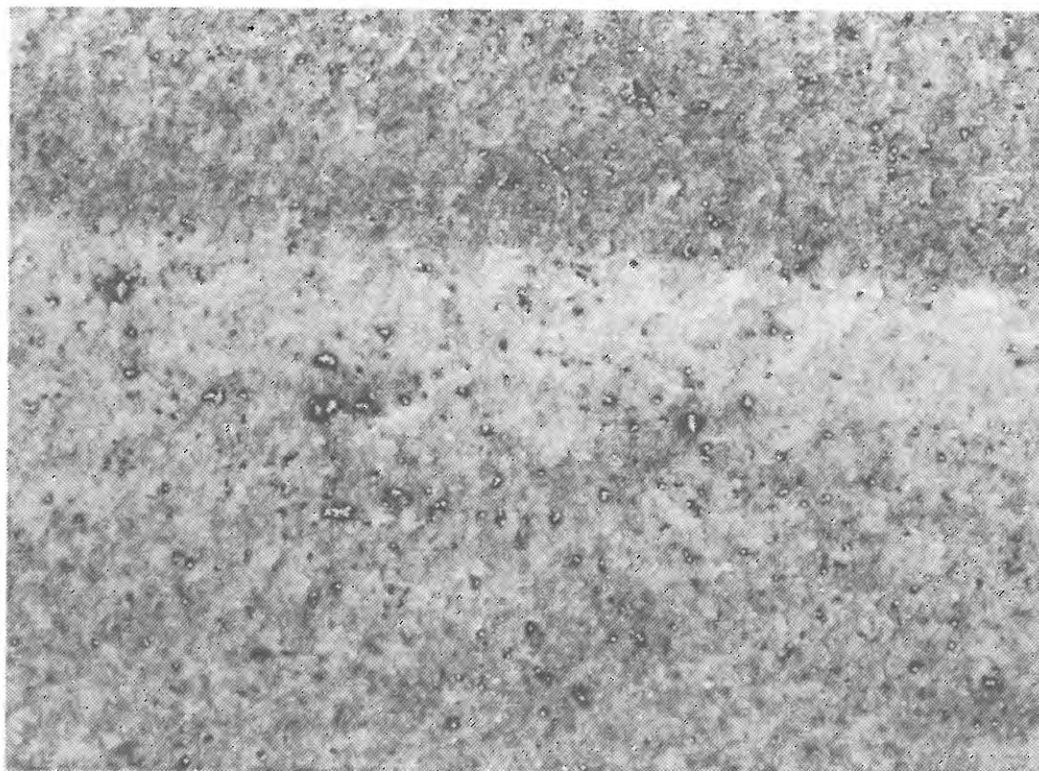
Både ved våt vegbane som fryser og rim, dosering 20 g/m², og under snøvær, dosering 40 g/m², oppnådde man god virkning på vegen ved bruk av CMA, men man har for liten erfaring til si om effekten er like god som ved bruk av salt.

Ved bruk av rent CMA registrerte man også at vegbanen ikke ble så våt som ved bruk av salt.

Figur 16 viser tilstanden på Mjøsbrua etter at det har sluttet å snø. Figur 17 viser hvordan CMA-kornene virker på snødekket på vegen.



Figur 16 Mjøsbrua etter snøvær



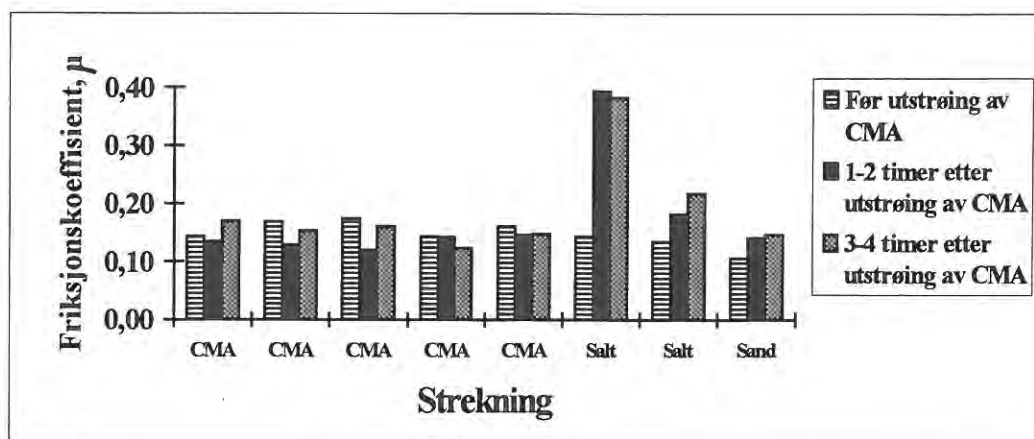
Figur 17 Virkningen av CMA-korn på snødekke på vegen

5.6.4 Friksjonmåling

Friksjon er målt jevnlig vinteren 1994/95 med et enkelt utstyr (Dynometer) som disponeres av Ringsaker vegstasjon. I tillegg ble det målt med Veglaboratoriets utstyr, Oscar, i forbindelse med bruk av rent CMA under et snøfall i mars.

Resultatene av Dynometermålingene viser at friksjonen er bra ved de fleste målinger (tilsvarende våt bar veg), både på forsøksstrekningen og referansestrekningen (salt). For de målinger som er gjort på underlag av is eller snø viser resultatene at man oppnår tilnærmet samme friksjon på forsøksstrekningen og referansestrekningen, men sammenligningen er bare basert på 5 målinger.

Resultatene fra målingene med Oscar er vist i Figur 18. Målingene er utført i forbindelse med snøfall i den perioden hvor man brukte 20 g CMA pr. m². Målingene er utført ved 17 % slipp og målehastighet 60 km/t.



Figur 18 Friksjonsmålinger med Oscar i forbindelse med bruk av rent CMA under et snøfall

Resultatene indikerer at bruk av rent CMA ikke har ført til bedring i friksjonen under snøvær, noe som samsvarer godt med den visuelle vurderingen. Dette skyldes at et forbruk på 20 g CMA pr. m² er for lite til å ha noen målbar effekt under snøvær. Etter dette ble forbruket justert opp til 40 g CMA pr. m². Dette ga et tilfredsstillende resultat (friksjonsmålinger med Oscar ble ikke utført).

Resultatene fra målingene ved bruk av 20 g CMA pr. m² viste at friksjonen var ca. 0.15 på CMA-strekningene og 0.20-0.35 på saltstrekningene. De lave verdiene skyldes at det ble brukt blankt dekk ved måling av friksjon.

Det er i annen sammenheng utført sammenligningsmålinger mellom Oscar med blankt dekk og Oscar med flere ulike dekk med mønster. Målingene viser at en friksjon på 0.15 ved bruk av blankt dekk tilsvarer en friksjon på 0.20-0.25 ved bruk av dekk med mønster. En friksjon på 0.20-0.35 med blankt dekk vil da tilsvare en friksjon på 0.25-0.50 ved bruk av dekk med mønster.

Det er også utført sammenligningsmålinger mellom Oscar med blankt dekk og C- μ -trip med flere ulike dekk med mønster. Disse målingene viser at en friksjon på 0.15 ved bruk av Oscar med blankt dekk tilsvarer en friksjon på 0.30 ved bruk av C- μ -trip med dekk med

mønster. En friksjon på 0.20-0.35 ved bruk av Oscar med blankt dekk vil da tilsvare en friksjon på 0.35-0.45 ved bruk av m C- μ -trip med dekk med mønster.

6 Konklusjoner

Erfaringene fra feltforsøkene vinteren 1994/95 med CMA, CMA/salt-blanding, CMA innblandet i strøsand og ren CMA er positive. Materialene har i hovedsak fungert tilfredsstillende.

6.1 CMA/salt-blanding (20/80 vekt %)

Det er ikke registrert vesentlige problemer under blanding, lagring, håndtering eller utspredning av CMA/salt-blanding, selv om man under blanding registrerte noe støving. Forsøkene ble utført med gode lagringsforhold for materialene. Det kan oppstå problemer under mer ugunstige lagringsforhold.

Det er ikke registrert vesentlige forskjeller i virkningen for CMA/salt-blandingen og rent sjøsalt. Man har registrert at vegene med CMA/salt-blanding ikke blir så fuktige etter utspredning som vegene med rent sjøsalt. Sammenligningen er basert på tidligere års erfaring med bruk av sjøsalt på roden, samt sammenligning mot naborodene hvor det brukes rent sjøsalt.

CMA-kornene går seinere i oppløsning etter utspredning enn sjøsaltet, men man har ikke fått avklart om langtidseffekten blir bedre ved tilsetning av CMA til saltet.

Laboratorieundersøkelsene viser at salt har klart bedre evne til å smelte is enn CMA. Resultatene antyder at CMA bidrar til å forsinke og/eller redusere saltets smelteegenskaper når det blandes med saltet.

Korrosjonsresultatene viser at man har fått vesentlig mindre korrosjon i området med CMA/salt (20/80 %) i forhold til området med rent salt. Noe av denne ulikheten skyldes at det er høyere trafikkmengde (ÅDT 26000 mot 23000) og høyere saltfrekvens (25 %) i området med rent salt, men forskjellen i korrosivitet mellom de 2 områdene er for stor til at det bare kan skyldes ulik trafikkmengde og ulik saltfrekvens. Derfor skyldes endel av ulikheten tilsetning av CMA i strømaterialiet.

Kostnaden for CMA/salt-blandingen er 2000 kr/tonn. Prisen for salt er 350 kr/tonn og prisen for CMA er 9640 kr/tonn. Saltløsningen som ble brukt til befuktning koster 25 øre/l.

Det er brukt mindre strømiddel på CMA/saltroden i forhold til resten av vedlikeholdsområdet. Dette skyldes delvis strøpolicyen på de to rodene, men også egenskaper hos CMA kan ha bidratt til dette resultatet (går seinere i oppløsning enn saltet, som igjen betyr at det sannsynligvis ikke er behov for å strø ut så ofte).

Forsøkene har vist at tilsetning av CMA til saltet ikke har ført til problemer av noen art. Metoden gir grunnlag for reduksjon av saltforbruket. Det er ikke avklart om denne reduksjonen er avhengig av CMA-tilsetningen eller om en tilsvarende reduksjon (~ 20 %) kan oppnås gjennom bedre planlegging og styring av strøtjenesten.

6.2 CMA innblandet i strøsand

Det er ikke registrert vesentlige problemer under blanding, lagring, håndtering eller utspredning av CMA innblandet i strøsand. Ved håndtering av CMA i flakesform i småsekker er man avhengig av god utluftning for å unngå problemer pga. støving. Støving er avhengig av CMA-materialets konsistens.

Ved å blande CMA og strøsand oppnås god virkning ved rim på veggen og ved våt vegbane som fryser. Effekten på veggen var bedre enn ved bruk av ren strøsand, men man har for liten erfaring til si om effekten er like god som ved bruk av saltblandet sand. Ved bruk av strøsand/CMA ble ikke vegbanen så våt som ved bruk av saltblandet sand.

CMA i strøsanden virket raskt ved rim og ved våt vegbane som fryser, noe som sannsynligvis er påvirket av at CMA er blandet inn i grusen på forhånd, slik at fuktigheten i grusen har bidratt til at CMA har begynt å gå i oppløsning før den blir spredd ut på veggen.

Under snøvær hadde CMA/sand-blanding liten virkning. Dette skyldes sannsynligvis at den benyttede CMA/sand-blanding bare gir 15 g CMA pr. m², noe som i følge erfaringer fra andre land er for lite under snøvær.

Kostnaden for av CMA/sand-blandingen er 1800 kr/m³ (sand ~ 100 kr/m³).

6.3 Rent CMA som strømiddel

Det er ikke registrert problemer under lagring eller håndtering av CMA.

Ved utspredning av CMA oppsto det noe tiltetning i spredetallerkenen i starten ved hver utspredning, men etter ca. 20-30 meter var spredetallet jevnt. I disse forsøkene er det ikke registrert problemer ved utspredning i vind, men dette kan være et problem fordi CMA er vesentlig lettere enn salt.

Ved bruk av 20 g CMA pr. m² var virkningen av CMA god ved rim på veggen og ved våt vegbane som fryser, bedre enn det man ville ha oppnådd ved bruk av ren strøsand.

Under snøvær ga ikke 20 g CMA pr. m² tilfredsstillende virkning. Det var nødvendig å øke mengden til 40 g pr. m². Dette er i samsvar med utenlandske erfaringer.

Både ved våt vegbane som fryser og rim, dosering 20 g/m², og under snøvær, dosering 40 g/m², oppnådde man god virkning på veggen ved bruk av CMA, men man har for liten erfaring til si om effekten generelt er like god som ved bruk av salt.

Ved bruk av rent CMA registrerte man også at vegbanen ikke ble så våt som ved bruk av salt.

Kostnaden for ren CMA er 9640 kr/tonn (inkl. mva.). Prisen for kaliumacetat-løsningen "Clearway 1" som ble benyttet til befuktning, er 9470 kr/tonn.

7 Erfaringer fra USA

7.1 Innledning

Federal Highway Administration i USA har arbeidet med å finne fram til alternativer til salt (NaCl) i vintervedlikeholdet siden slutten av 1970-tallet. Begrunnelsen for arbeidet har vært saltets negative effekter på miljøet langs vegen (vann, jord, vegetasjon), vegelementer (bruer, andre konstruksjoner, vegutstyr) og kjøretøy.

CMA, kalsium-magnesium-acetat, ble tidlig identifisert som en aktuell erstatning for salt. Siden 1980 er det utført et stort antall felt- og laboratorieforsøk for å klarlegge CMA's virkning som strømiddel, virkning på miljø og helse samt virkning på materialer (kjøretøy og veg). I tillegg er det arbeidet for å utvikle produksjonsmetoder og derigjennom redusere prisen på materialet.

7.2 CMA som strømiddel

Fram til i dag har CMA hatt begrenset bruk. Dette gjør det vanskelig å fastslå materialets egenskaper under forskjellige betingelser. Under de spesielle og ofte eksperimentelle situasjonene CMA er blitt brukt, har det som regel fungert akseptabelt. Materialet har imidlertid ikke fungert på samme måte som salt og heller ikke alltid så effektivt og pålitelig som salt.

Sammenlignet med salt virker CMA seinere og er mindre effektivt ved lave temperaturer. Rettidig strøing blir derfor mer kritisk ved bruk av CMA.

CMA må strøs i større mengder enn salt. Normal mengde er 20 - 40 g/m². På grunn av lavere densitet krever CMA større spredervolum og lagringsplass enn salt.

CMA er benyttet både som tørr spredning (pellets eller flakes), befuktet spredning og som løsning. I tillegg nyttes det som innblanding i strøsand både for å hindre frysing av sand i lager og for å forbedre effekten av strøanden.

Bruk av CMA fram til nå tilsier at man må bygge opp ny erfaring med dette materialet og ikke tro at man ukritisk kan overføre metoder og vurderinger ervervet ved bruk av salt.

7.3 Miljø- og helseeffekter

Forskningsresultater indikerer at CMA sannsynligvis har ingen negative effekter på menneskelig helse og svært få negative miljøvirkninger.

Fordi CMA nedbrytes biologisk og fordi det har lav mobilitet i jord, er det lite sannsynlig at materialet når fram til grunnvann. I tidlige undersøkelser ble det antydnet at CMA kunne forårsake frigjøring av tungmetaller fra grunnen langs vegen. Seinere undersøkelser har ikke bekreftet dette, men muligheten avvises ikke.

CMA har bare vist neglisjerbar negativ virkning på vegetasjon langs vegen, og synes ufarlig også for bruk i nærheten av vannforekomster. Bakteriene som bryter ned CMA, forbruker imidlertid oksygen. Dermed kan oksygenmangel oppstå i vannforekomster. Dette anses ikke som noe problem i overflatevann med en viss utskiftnings hastighet. Bare svært grunne kilder med lav utskiftning kan bli skadelig påvirket. Oksygenmangel i grunnvann kan føre til at annen forurensning, som f. eks. olje, hydrokarboner, etc, ikke brytes ned. Det er derfor grunn til å undersøke om nedbrytning av CMA kan føre til oksygenmangel i vannforekomsten. Slike undersøkelser må ta for seg hydrogeologien i området samt vurdere resipienttypen.

I Finland har man valgt å ikke bruke CMA på veger hvor CMA kan forurense grunnvannet eller grunne sjøer. Dette skyldes at CMA ofte brytes seint ned. Nedbrytningshastigheten til CMA er sterkt avhengig av temperaturen. Ved 20 °C brytes CMA fullstendig ned på 5 dager og med temperatur på 2 °C vil det ta 100 dager før CMA er brutt ned. Ved lave temperaturer vil endel acetat som ikke er brutt ned, komme til å bli tilført grunnvannet eller andre vannforekomster. Resultater fra laboratorieforsøk i Finland har vist at infiltrasjonen av ikke nedbrutt acetat til dypere jordlag er så betydelig at CMA ikke bør brukes på veger i nærheten av grunne sjøer eller på veger hvor CMA kan forurense grunnvannet. Ved nedbrytning av acetat i vann øker oksygenforbruket slik at oksygeninnholdet i vannet blir redusert. I Finland er vannforekomstene ofte grunne og næringsrike. I tillegg har de ofte et lavt oksygeninnhold. Derfor anser man i Finland at CMA ikke bør brukes i særlig grad.

De resultater som til nå er påvist mhp helse og miljø, kan vise seg å ikke stemme for CMA produsert fra alternative materialer. Slike materialer, som kloakkslam etc, kan introdusere forurensninger som endrer CMA's kjente miljøeffekter eller skaper nye.

7.4 Kjøretøy

CMA er mer skånsom mot kjøretøy enn salt. Omtrent alle materialer på kjøretøy, metall, plast og lakk, viser mindre negative reaksjoner når det eksponeres for CMA enn for salt.

De fleste korrosjonsforsøk med stål viser redusert korrosiv effekt for CMA sammenlignet med salt. Resultatene fra slike forsøk er imidlertid svært avhengig av konsentrasjonen på de løsningene som nyttes samt av forsøks-designen. Det finnes derfor eksempler på at også CMA kan ha en relativt høy korrosiv effekt. Dette må tas som et tegn på at under visse betingelser kan CMA ha negative effekter på metaller.

Det er rapportert at CMA i større grad kleber til frontruter og karosseri på kjøretøy enn salt. Dette kan kreve en grundigere undersøkelse før CMA eventuelt tas i bruk i større skala.

7.5 Veg- og brumaterialer

Laboratorietester indikerer at CMA har mindre nedbrytende effekt på materialer brukt i vegbygging enn salt. Dette inkluderer materialer bruk til vegdekker og vegoverbygging, merking og konstruksjoner.

CMA er vanligvis mindre korrosivt enn salt mot bart stål og andre metaller som nyttes i fuger, avløp, rekkverk og bjelker. Forsøk viser at CMA også er mindre korrosivt enn salt mot armering i frisk og ny betong. CMA akselererer ikke korrosjonen på armering i gammel

klorid-infisert betong, men det foreligger ikke tilstrekkelig grunnlag for å avgjøre om CMA reduserer korrosjonshastigheten i betong som inneholder klorider.

7.6 Bruksområder for CMA

Det anses ikke aktuelt i USA å nytte CMA som en generell erstatning for salt. Det antas at omfattende bruk av CMA ville redusere korrosjon på kjøretøy og vegkomponenter som er dårlig beskyttet og ikke allerede infisert med klorider. En omfattende bruk av CMA vil imidlertid ha liten effekt på mange gamle kloridinfiserte vegkomponenter og på mange kostnader relatert korrosjonsbeskyttelse. Selv ved totalt fravær av salt (NaCl) vil vegmiljøet være så korrosivt pga atmosfærisk forurensning, bruk av andre klorid-kjemikalier og salt-sprut i kystområder at korrosjonsbeskyttelse vil være nødvendig.

Fordi saltets miljøeffekter er svært betinget av lokale forhold, er det tvilsomt om omfattende bruk av CMA vil gi vesentlige miljøforbedringer som ikke kan oppnås med spesifikke, målrettede og mindre kostbare tiltak (inkludert selektiv CMA-bruk).

Overgang til storskala bruk av CMA krever at vegholderen må lære å bruke CMA på riktig og effektiv måte. Dette inkluderer modifisering av utstyr og overgang til en praksis for håndtering, lagring og strøing som er bedre tilpasset CMA. Dette vil ha stor virkning for strøtjenesten og budsjettet for vinterdrift. Med CMA's høye pris og større volumkrav antas kostnadene for strøtjenesten å øke med 20 - 30 ganger. Tilsvarende økning på vinter-vedlikeholdsbudsjettet antas å være 5 ganger.

I praksis virker CMA seinere enn salt og fungerer ikke alltid så effektivt som salt under lett trafikk, underkjølt regn, tørre og kalde snøvær. Dette kan gjøre det vanskeligere for vedlikeholdspersonellet å nå de oppsatte standarder for vintertjenesten, spesielt hvis man arbeider under forhold karakterisert av mangel på kompetanse, arbeidskraft og utstyr.

I dag brukes CMA selektivt og i begrensede mengder, primært i miljømessig sensitive områder og på korrosjonsutsatte konstruksjoner (bruer) og vegseksjoner. På basis av eksisterende informasjon om CMA's virkning og kostnad antas det at slik selektiv bruk vil utgjøre hoveddelen av bruken av CMA i tida framover. CMA's kostnadseffektivitet kan bare avgjøres ut fra et konkret foreliggende tilfelle etter vurdering av de relative kostnadene for CMA, salt, andre alternative strømidler samt mulige alternativer for å redusere den negative innvirkningen av fortsatt saltbruk.

Federal Highway Administration refunderer i dag 80 % av delstatenes kostnader for kjøp av CMA til bruk på bruer og andre konstruksjoner som ikke er forurenset med klorider.

For alle situasjoner hvor CMA anses som et alternativ, anbefales det å vurdere andre måter å redusere saltets totale kostnader, slik som korrosjonsbeskyttelse, endring av dressystem, forbedring av strøteknikken samt forbedret styring av strøtjenesten.

Salt, NaCl, antas å forbli det dominerende strømateriale for kjemisk glattførebeholdelse i mange år framover. Vegmyndighetene forsøker å redusere saltets negative effekter i størst mulig grad, blandt annet ved å undersøke alternativer til salt. CMA representerer et av flere alternativer for å redusere skader forårsaket av salt. Bruk av CMA vil derfor også avhenge av framgangen man oppnår med andre metoder for å redusere saltbruken direkte eller saltskadene indirekte.

8 Erfaringer fra Sverige

8.1 Innledning

Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) har i samarbeid med Vägverket i Sverige i mange år drevet med forsknings- og utviklingsprosjekter for vurdering av eksisterende saltmetoder samt for å finne alternativer til salt (NaCl) i vintervedlikeholdet.

I perioden 1985-1990 ble det gjennomført et prosjekt, MINSALT-programmet, "minimera de skadliga effekterna av saltanvändning utan att försämra trafiksäkerheten", for å finne metoder og strategier som forbedrer friksjonen effektivt vinterstid og samtidig reduserer/fjerner saltets negative effekter.

Et resultat av MINSALT-programmet var et forslag til endring av saltstrategi som skulle føre til mindre bruk av salt. Dette skulle skje gjennom å salte mer forebyggende (før is- og såledannelse). I tillegg skulle man i størst mulig grad erstatte tørrsaltet med befuktet salt og saltløsning. I arbeidet med å utnytte saltet (NaCl) mer effektivt ble det bl.a. gjort forsøk med å optimalisere spredningsmengde ved ulike vær- og vegforhold, samt gjort forsøk med å undersøke betydningen av ulik vegoppbygning, ulike typer slitelag, ulik korngradering og ulik salttype.

Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) og Vägverket i Sverige har også prøvd ulike alternative ismeltemidler til salt, CMA og Kaliumacetat. Det er gjort forsøk, både felt- og laboratorieforsøk, med rent CMA, rent Kaliumacetat og CMA/saltblanding.

8.2 Utpøving av rent CMA

I Sverige er det gjort forsøk med rent CMA siden midt på 1980-tallet, både felt- og laboratorieforsøk. Forsøkene har først og fremst omfattet undersøkelser av smelteegenskaper til CMA, korrosjonshastighet til CMA og hvilken påvirkning CMA har på betong.

En oppsummering av resultatene fra Sverige viser at:

- CMA kan brukes i samme temperaturintervall som salt (NaCl).
- Smelteeffekten til CMA er betydelig dårligere enn for salt, og CMA bør derfor brukes til preventiv utstrøing, som løsning eller blandet med salt.
- CMA er betraktelig mindre korrosivt enn salt (NaCl) og også mindre korrosivt enn CaCl₂ og Urea.
- Feltforsøk over 3 vintre viser at CMA påvirker betongen mindre enn salt (NaCl).

8.3 Utprøving av Kaliumacetat

I Sverige brukes det endel Kaliumacetat på rullebaner på flyplasser. På flyplasser er Kaliumacetat et alternativ til Urea, som ikke er spesielt effektivt og har miljømessige ulemper. Kaliumacetat nyttes som 50 %-løsning, tilsatt korrosjonsinhibitorer for å tilfredsstille de strenge krav som stilles på flyplasser. Kaliumacetat har lavt frysepunkt, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Det er gjort både felt- og laboratorieforsøk med Kaliumacetat.

Resultatene viser at:

- Kaliumacetat virker raskt og betydelig raskere enn Urea, men man er noe usikker på langtidseffekten til Kaliumacetat siden den er meget hygroskopisk. Dette kan føre til at rullebanen er lengre våt og at man får en ny tilfrysning.
- Kaliumacetat er betraktelig mindre korrosivt enn salt (NaCl) og Urea.
- Bruk av Kaliumacetat har mindre negative konsekvenser for miljøet enn bruk av salt (NaCl) og Urea.
- Prisen for Kaliumacetat er betraktelig høyere enn for salt (NaCl) og også høyere enn for CMA.

8.4 Utprøving av CMA/saltblanding

I Sverige er det de siste årene utført både laboratorie- og feltforsøk med CMA/saltblanding. Feltforsøkene startet vinteren 1993/94, og i disse forsøkene ble det brukt 80 % salt (NaCl) og 20 % CMA, basert på vekt.

Feltforsøkene foregår på en 4 felts motorveg, E 4 nord for Nyköping. ÅDT på strekningen er 6000. I tilknytning til forsøksstrekningen er det også opprettet en referansestrekning hvor det brukes rent salt (NaCl).

Oppfølgingen av feltforsøket baserer seg på måling av friksjon under ulike vær- og føreforhold og måling av korrosjonshastighet. I laboratoriet undersøkes smelteegenskaper og korrosjonsegenskaper.

I tillegg er det satt i gang undersøkelse for å se hvilken invirkning CMA/saltblandingen (20/80 %) har på betong i forhold til rent salt.

Til måling av friksjon ble det brukt en SAAB Friction Tester. Måling ble utført før utspredning, 10-30 minutter etter utspredning og 45-60 minutter etter utspredning. Deretter ble det målt friksjon med intervaller på 45-60 minutter inntil friksjon som på bart vegdekke inntreffer. Korrosjonshastigheten ble målt på stålplater, plassert på stasjonære rigger nær vegen, og på stasjonære rigger et stykke vekk fra vegen for måling av atmosfærisk korrosjon. I tillegg ble det gjort en oppfølging på antall tiltak og forbruk på forsøksstrekningen (CMA/salt-blanding) og referansestrekningen (rent salt).

Vinteren 1994/95 ble forsøksstrekning og referansestrekning byttet, dvs. den strekningen hvor CMA/salt ble nyttet vinteren 1993/94 ble strødd med rent salt vinteren 1994/95 og motsatt.

De foreløpige resultatene fra forsøkene med CMA/salt-blanding (20/80 %) viser:

- Under blanding er det registrert enkelte separasjonsproblemer.
- Det har oppstått enkelte problemer under utspredning pga. klumping.
- CMA/saltblandingen (20/80 %) har tilnærmet samme virkning som rent salt. Det er registrert at vegene ikke blir så fuktige ved bruk av CMA/saltblanding i forhold til rent salt.
- Friksjonsmålingene, utført vinteren 1993/94 og 1994/95, viste ingen vesentlige forskjeller på CMA/saltstrekningen (forsøksstrekning) og strekningen med rent salt (referansestrekning).
- Ved sammenligning av antall tiltak og forbruk på CMA/saltstrekningen og saltstrekningen, viste resultatene at både antall tiltak og forbruk var lavere på CMA/saltstrekningen i forhold til saltstrekningen vinteren 1993/94, mens det motsatte var tilfellet for vinteren 1994/95.
- Korrosjonsresultatene viste at man har fått mindre korrosjon på strekningen med CMA/salt (20/80 %) i forhold til strekningen med rent salt, spesielt vinteren 1993/94 (30-50 %). Vinteren 1994/95 var ikke forskjellen så markant (5-15 %).

9 Forslag til videre forskning og utvikling

9.1 Grunnlag

De forsøkene med CMA som er omtalt i denne rapporten, viser at det teknisk er mulig å redusere bruken av salt i vintervedlikeholdet ved å ta i bruk CMA. Mulige anvendelsesformer er reint CMA, CMA i blanding med salt og CMA/sand-blanding og kanskje også CMA-løsning. Forsøkene har også antydning at bruk av CMA kan redusere korrosjon utover det som skyldes redusert saltforbruk. Øvrige positive effekter av CMA er ikke behandlet i forsøkene. Slike effekter rapporteres imidlertid fra mange hold. Flere sider ved bruken av CMA er ikke behandlet fullt ut i forsøkene i Akershus og Hedmark, delvis fordi de ikke var en del av forsøksopplegget, delvis fordi omstendighetene førte til svak behandling.

I tillegg kommer de spørsmål som kostnadene ved bruk av CMA stiller. Selv med tilfredsstillende virkning på veggen og inkludert positive effekter på miljø, kjøretøy og vegkomponenter, må bruk av materialer med en kostnad på opp mot 10.000 kroner pr tonn vurderes nøye.

På denne bakgrunnen er det i dette kapitlet satt fram en del forslag for tema for videre utredning og utprøving relatert bruk av CMA i Norge.

9.2 Tema for utredning og utprøving

9.2.1 Rent CMA

Det bør gjennomføres flere forsøk med ren CMA, både tørt, befuktet og som løsning, for å vinne mer erfaring med bruken.

9.2.2 CMA/salt-blanding: Praktisk bruk

Det primære målet med bruk av CMA-innblanding i salt er å redusere saltforbruket uten å øke kostnadene vesentlig. Samtidig håper man at CMA-innblanding i seg selv skal gi noen positive effekter, som f. eks. inhibitorvirkning mhp korrosjon.

Bruk av CMA/saltblanding i normal drift i flere geografiske områder og over lengre tid vil gi bredere kunnskap om virkning og bidra til å utvikle kompetanse på hvordan CMA bør brukes under forskjellige vær- og trafikkforhold. Målet med denne aktiviteten er å fastlegge operative og praktiske retningslinjer for bruk av CMA/salt i strøtjenesten med hensyn på blanding, lagring, strøing, utstrødd mengde, strøtidspunkt, tørt materiale-befuktning-løsning, trafikkmengde, værforhold, føreforhold, etc..

Aktuelle tilleggsundersøkelser i denne sammenhengen er:

Utprøving av blandinger med andre blandingsforhold enn 20/80 CMA/salt

Verifisering av CMA-innblandingens virkning på korrosjon

Klarlegging av friksjonsforhold ved bruk av CMA/salt-blanding

Klarlegging av CMA-innblandingens effekt på saltforbruket i forhold til effekten av andre tiltak knyttet til organisering og ansvarsforhold i strøtjenesten (alt sammen relatert til overholdelse av standarden på veggen)

9.2.3 CMA/sand-blanding: Praktisk bruk

Utp prøvingen av CMA/sand-blanding bør fortsette for å vinne mer erfaring med bruken. Det er naturlig å fortsette utprøvingen på Mjøsbrua, men utvidelse til andre aktuelle områder bør vurderes. Videre utprøving vil legge grunnlag for testing av CMA/sand-blanding under andre vinterforhold enn det som var rådende 1994/95. Målet med denne aktiviteten er å fastlegge operative og praktiske retningslinjer for bruk av CMA/sand i strøtjenesten.

9.2.4 Veggrep (friksjon)

Nytt måleutstyr, både på strøbiler og som egen måleenhet, gjør det mulig å følge opp veggrepet (friksjonen) før, under og etter strøtiltak. Måling av friksjon er aktuelt på strekninger hvor det brukes CMA/salt-blanding, rein CMA og CMA/sand-blanding. Erfaring fra målingene vil gi verdifull input til arbeidet med å utvikle retningslinjer for bruk av CMA, se 9.2.1, 9.2.2 og 9.2.3.

9.2.5 Kostnader ved bruk av CMA

Kostnadene ved bruk av CMA bør utredes. Det må tas hensyn til de forskjellige måtene CMA kan nyttes på (reint eller i blanding med sand og salt, løsning, etc). Utredningen bør gjennomføres både på detaljnivå (kr/km for de aktuelle anvendelsene) og på overordnet nivå (totalkostnader basert på antagelser om bruksomfang).

9.2.6 Korrosjon: Potensiale for reduksjon av kostnader

Reduksjon av korrosjon på kjøretøy kan innebære en vesentlig reduksjon av kjøretøykostnadene.

Det bør gjennomføres en utredning av mulig reduksjon ved bruk av CMA med utgangspunkt i internasjonale undersøkelser av korrosjonskostnader for kjøretøy. Utredningen bør omfatte flere alternative bruksområder og bruksformer for CMA.

En finsk undersøkelse angir at årlige korrosjonskostnader på kjøretøy pga. saltbruk er omlag 1000 NOK. I Norge finnes omlag 2 millioner kjøretøy. Hvis vi reduserer antallet noe pga. lav saltbruk i deler av Norge samt pga. av kjøretøytype, kan det anslås at omlag 1.5 millioner kjøretøy utsettes for salt pga. vintervedlikeholdet av vegene. Dette tilsvarer korrosjons-kostnader på 1.500 millioner kr. pr. år. Merkostnad ved 100 % overgang fra salt til CMA, inkludert nødvendig endring på lager og utstyr, opplæring etc., er sannsynligvis drøyt 1.000 mill. kr. pr. år. Det er da forutsatt at forbruket av CMA blir høyere (*1.5) enn dagens forbruk av salt.

9.2.7 Retningslinjer og veiledning for bruk av CMA

Det bør utarbeides en samlet framstilling av

Mulige bruksformer for CMA (ren form, blanding med salt/sand, løsning)

Mulige anvendelsesområder for CMA (for de aktuelle bruksformene)

Kostnader ved bruk av CMA, inkludert konsekvenser for lager, utstyr og styring av strøtjenesten

Konsekvenser for miljø, kjøretøy og vegkomponenter ved bruk av CMA

Basis for denne utredningen og sammenstillingen finnes i norske og internasjonale undersøkelser. Arbeidet vil vesentlig bestå i å omforme, tilpasse og presentere kunnskapen samlet for norske forhold.

Denne framstillingen kan danne grunnlag for utvikling av retningslinjer og veiledning for bruk av CMA i strøtjenesten.

9.2.8 Befuktning av CMA

Det bør utredes og utprøves alternative løsninger til befuktning av CMA, samt klarlegge når det er behov for befuktning av CMA.

9.2.9 Alternative materialer til CMA

Det bør gjøres en utredning og en utprøving av alternativer til CMA, diverse acetater og formeater er særlig aktuelle.

10 Litteraturreferanser

J. Dahlen, O. Smådahl, M. Smeland, J. M. Johansen og T. Leland
Rapport fra studiereise i USA om bruk av CMA
Statens vegvesen/ViaNova
1995

Kurt Jutengren
Utværdering av korrosivitet hos vägsalt (NaCl) med och utan CMA-tillsats.
Fältforsök i Akershus.
SP AR 1995:27
Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
Borås 1995

Kent Gustavson
Test and Evaluation of Salt/CMA-Mixtures
VTI särtryck nr. 225
Väg- och transportforskningsinstitutet
1994

Kent Gustavson
Prov med CMA/saltblanding
VTI särtryck nr. 240
Väg- och transportforskningsinstitutet
1995

Markku Rönholm, Jorma Huura, Eva Häkkä-Rönholm
Teiden talvisuolauksen vaikutus korroosiokustannuksiin
Tielaitoksen selvityksiä 51/1994
Helsinki 1994

Highway Deicing
Comparing Salt and Calcium Magnesium Acetate
Special Report 235
Transportation Research Board
1991

Frank M. D'Itri
Chemical deicers and the environment
Lewis Publishers
1991

Cryotech Deicing Technology
Diverse brosjyrer og informasjonsmateriale

Russell G. Alger, Edward E. Adams, E. Phillip Beckwith
Anti-Icing Study: Controlled Chemical Treatments
Strategic Highway Research Program
National Research Council
Washington, DC 1994

Lennart Folkesson og Lars Bäckman
Bedömning av påverkan på den yttre miljön av dels
kaliumferrocyanid, dels kalciummagnesiumacetat (CMA)
VTI utlåtande nr. 568
Väg- och transportforskningsinstitutet
1994-11-18

Rapport fra Vejdirektoratet i Danmark
Alternative af-isningsmidler til broer og lufthavne
Broområdet
Vejdirektoratet
1991

Vedlegg 1
CMA/salt
Skjema til utfylling ved utspredning

CMA/salt 1994/95**Statens vegvesen Akershus**

NB! Ett skjema skal fylles ut for hver salt-tur.

Dato	Klokkeslett, fra - til	Signatur
Arsak til salting		Preventiv salting?
Værforhold under salting		Temperatur under salting
Kjørebane under salting Rv 159: Fylkesveger:		
Saltmengde (g/m ²), typiske verdier	Delvis salting/flekksalting Hvis bare deler av roden saltes, angi i tabellen nedenfor hvilke deler som er saltet	
Strøbredde (m) Fylles bare ut ved avvik fra normal strøbredde	Sett kryss	
Befuktning (Ja/Nei)	Strømsveien	
	Gamleveien	
Total utstrødd mengde på turen (kg)	Losby	
	Marc. Thranes vei	
	Haneborgveien	
Andre tiltak		
Virkning på vegen		
Kommentarer		

