



# Salting av veger



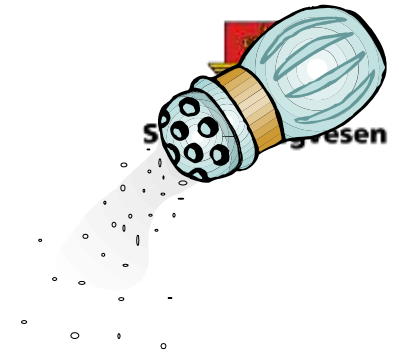
Kurs i drift og vedlikehold for ledere av driftskontrakter 17.  
31. oktober 2019

Kai Rune Lysbakken  
Statens vegvesen, Vegdirektoratet  
Drift-, vedlikehold-, og vegteknologiseksjonen



# Innhold

- Hvorfor salter vi?
- Bruk av salt som vinterdriftsstrategi
- Hensiktene med bruk av salt – egenskaper
- Utførelse
- Varighet av salttiltak
- Ulike spredemetoder
- Kjemikalietyper
- Temperaturbegrensinger
- Salt og trafikksikkerhet





# Hvorfor saltes det?



Hvorfor saltes det?

En vinterveg gir vel fine kjøreforhold?



Alltid?

Foto: Bård Nonstad



# Hvorfor saltes det?

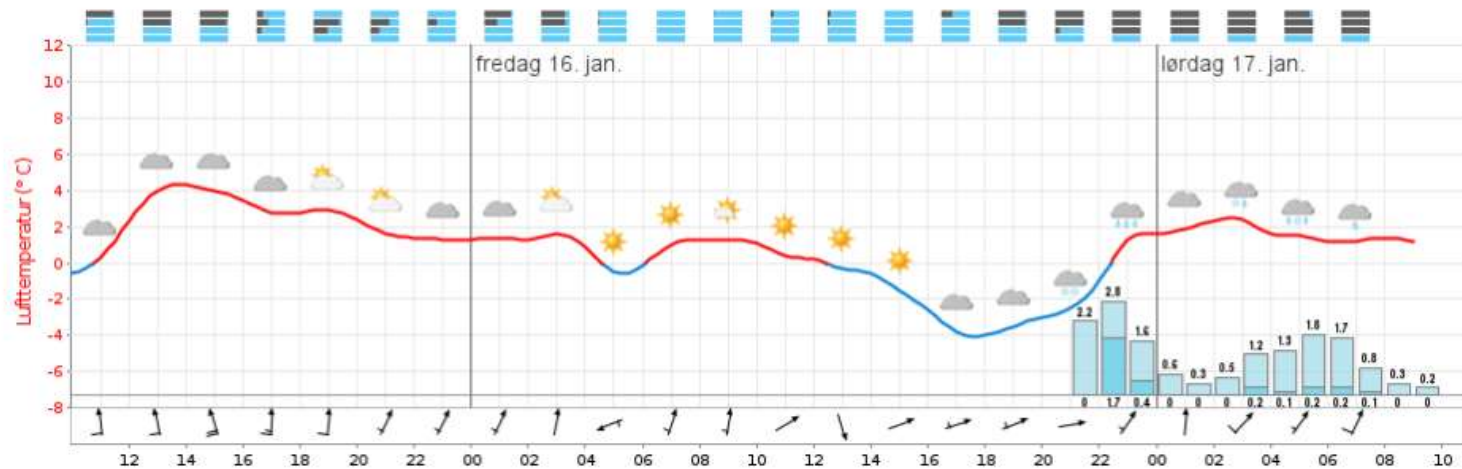
## Værforhold

Heimdal, Norway



Meteogram

Bredde-/lengdegrad 63.35 10.36. Høyde ca. 142 moh.



Symbolforklaring

Tidssone: CET

Hvordan opprettholde en god vinterveg under slike værforhold?





Statens vegvesen

Hvorfor saltes det?

Trafikk



Foto: Knut Opeide, SVV

Hvordan opprettholde en god vinterveg under slike trafikkforhold?



Hvor saltes det?

## «Tradisjonell» vinterdrift har begrensninger

- Sanding
  - Trafikk blåser sanden av vegen  $\Rightarrow$  begrenset varighet
  - Liten/kortvarig effekt ved rimfrost og tynne ishinneer
  - Liten/kortvarig effekt ved våt is
- Snøvær og brøyting
  - "Stor" trafikk vil kompaktere snøen  $\Rightarrow$  snøsåle
  - Snøvær rundt 0° C vil fort gi issåle  $\Rightarrow$  lav friksjon



# Strategivalg i vinterdriften

- To hovedstrategier:
  - Rent mekanisk vinterdrift
  - Vinterdrift med kjemikaliebruk
- Strategivalg eller valg av driftsklasse (R610):
  - vegkategori
  - trafikksammensetning
  - kollektivtrafikk
  - geometrisk standard topografi
  - klima, værforhold
  - ulykkesnivå
  - rushtidsproblematikk
  - næringstrafikk, turisttrafikk,
  - miljøforhold
  - mm.



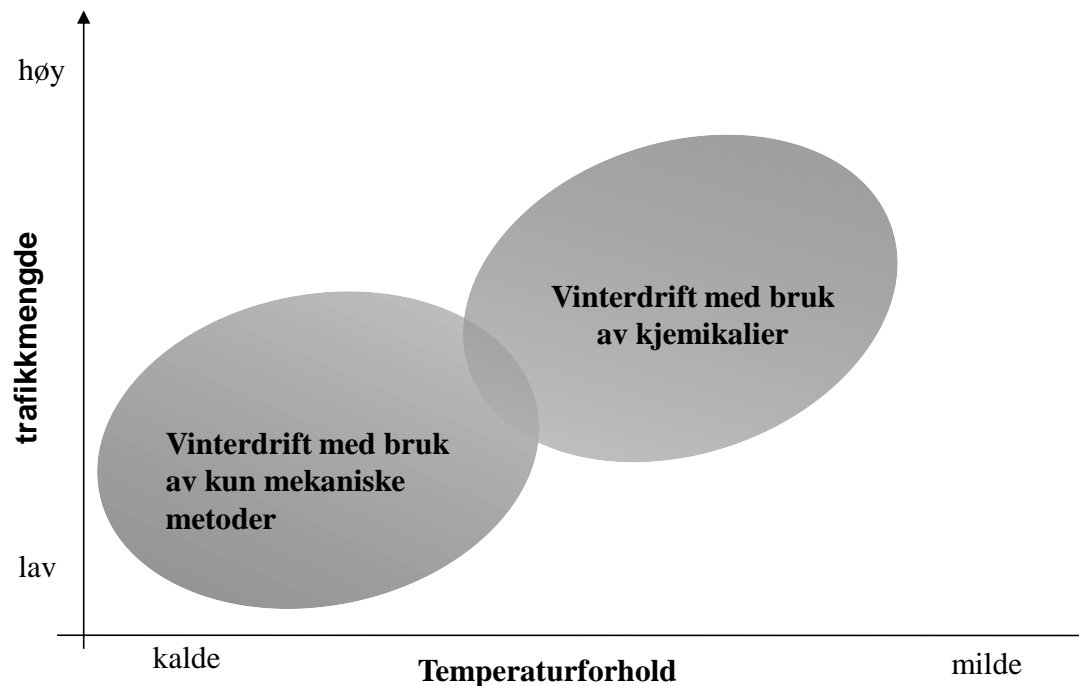


## Strategivalg i vinterdriften

- Kjemikaliebruk eller rent mekanisk vinterdrift?
- Hva er egna?
- To grunnleggende tekniske kriterier
  - Klima – hovedsakelig temperaturforhold
  - Trafikkmengde

# Strategivalg i vinterdriften

- To grunnleggende tekniske kriterier
  - Klima – hovedsakelig temperaturforhold
  - Trafikkmengde



# Strategier for vinterdrift

- To strategier for vinterdrift
  - Vinterveg (DkC, DkD og DkE)
  - Bar veg (DkA og DkB)
- Salt ved DkA og DkB
  - Bar veg unntatt ved værhendelse
- Salt ved DkC, DkD og DkE
  - I perioder hvor salt er spesielt egnet og sand har liten effekt





## Hensikten med bruk av salt

### Opprettholde eller gjenopprette bar veg

- I størst mulig grad ha bar veg
- Proaktiv (preventiv vinterdrift)



# Hensikten med bruk av salt

Begrep	Hensikt	Virkemåte (mekanisme)
<b>1. Anti-ising</b>	Hindre at is og rim dannes på vegbanen	Senker frysepunktet til vann og gjør is svakere
<b>2. Anti-kompaktering</b>	Gjøre snø lettere å fjerne mekanisk	Hindrer bindinger mellom snøkrystaller og mellom snøkrystaller og asfalt
<b>3. De-ising</b>	Smelte/fjerne snø- eller isdekke	Smelter is og penetrerer og bryter bindinger is/asfalt

# Anti-ising

- Gjøre tiltak før glatt vegbane oppstår
- Pro-aktiv vinterdrift
- Aktuelle værhendelser
  - Våt vegbane synkende temperatur
  - Rim, dugg på kald, tørr vegbane
  - Regn på frossen bakke eller underkjølt regn



Våt vegbane



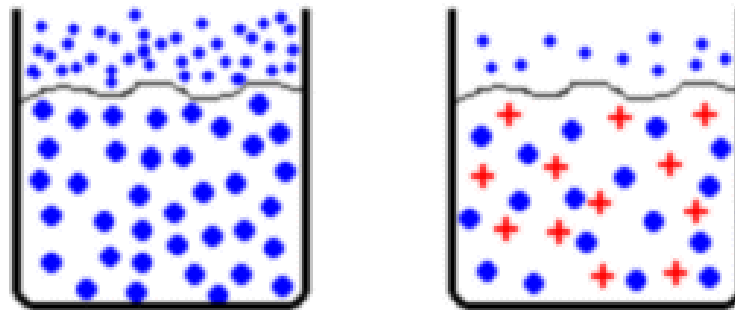
Rim

Bilder:  
Alex Klein-Paste, NTNU



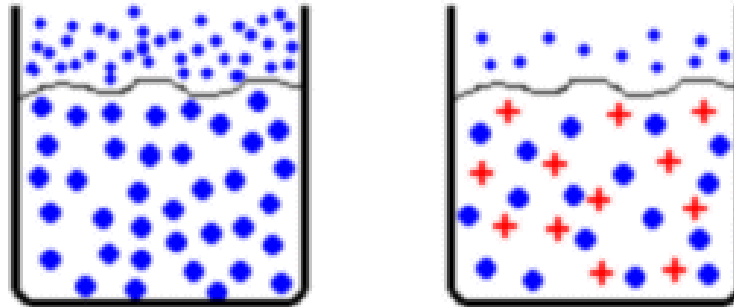
## Anti-ising – senke frysepunktet

- Stoff oppløst i vann gir redusert frysepunkt for vann
- Eksempel:
- Sukker i vann – syltetøy
  - Alkohol i vann – frostvæske
  - Gass i vann – kullsyre
- Jo flere molekyler (partikler) som oppløses i vannet, jo lavere frysepunkt



## Anti-ising- senke frysepunkt

- Jo flere molekyler (partikler) som oppløses i vannet, jo lavere frysepunkt



- Vi vil ha et kjemikalie som gir mange partikler per kg (lav molekylvekt)



# Anti-ising- senke frysepunkt

## Hvorfor salt?

- Hvis vi teller antall molekyler:

100 g salt = 581,4 g sukker

- Salt (NaCl) har lette molekyler (partikler)
- Gir mange molekyler per kg (vektenhet)



# Anti-ising- senke frysepunkt

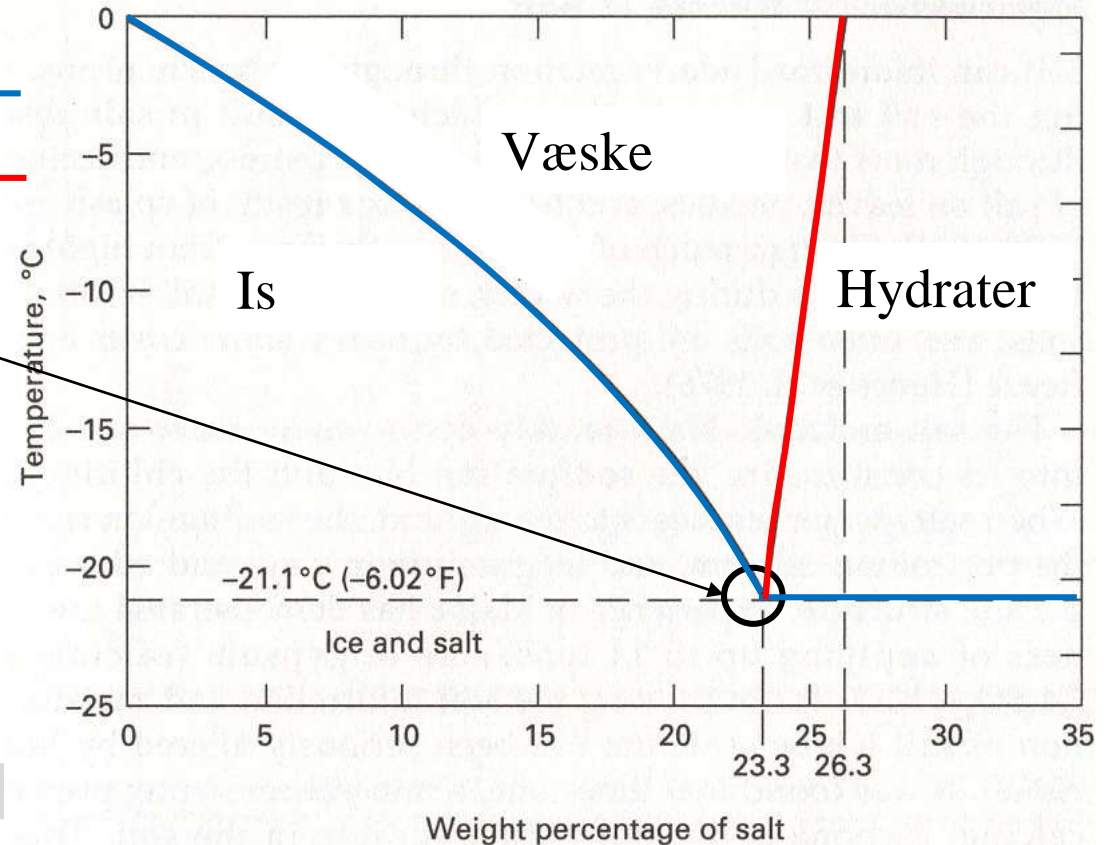
## Fasediagram

– viser frysepunkt for saltløsningen som funksjon av saltinnholdet

**Frysepunktskurve** ———

**Løslighetskurve** ———

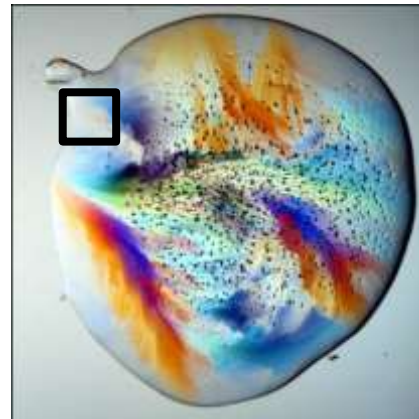
**Eutektisk punkt** →



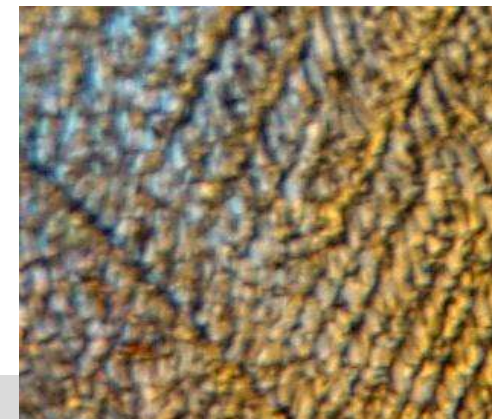
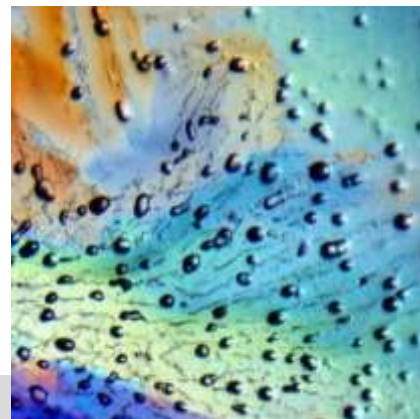
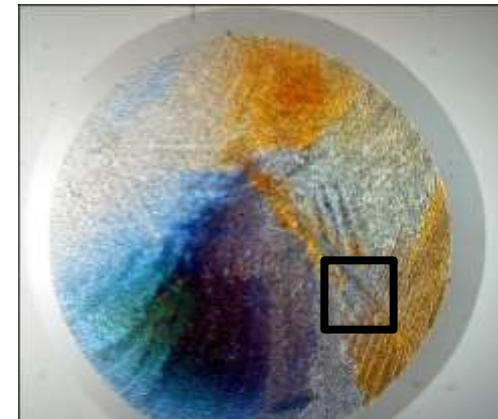
# Anti-ising- senke frysepunkt

Salt endrer isen

Ren is



Salt-is



Bilder:  
Alex Klein-Paste, NTNU



# Anti-kompaktering



Snøvær



Komprimering



Sintering



- Snøsåle
- Snøen er ikke plogbar
- Polering kan gi glatt veg

Bilder:  
Alex Klein-Paste, NTNU



# Anti-kompaktering – hindre bindinger i snøen



Komprimering



Sintering

Bilder:  
Alex Klein-Paste, NTNU

- Salt hindrer at det dannes bindinger mellom snøkrystaller og mellom snøkrystaller og vegbanen
- Salt hindrer sintring/kompaktering



## Anti-kompaktering – hindre bindinger i snøen

- Saltes før snøfall, under og etter snøvær for å gjøre snøen lettere å fjerne mekanisk (brøyting)
- Saltes **IKKE** for å smelte!



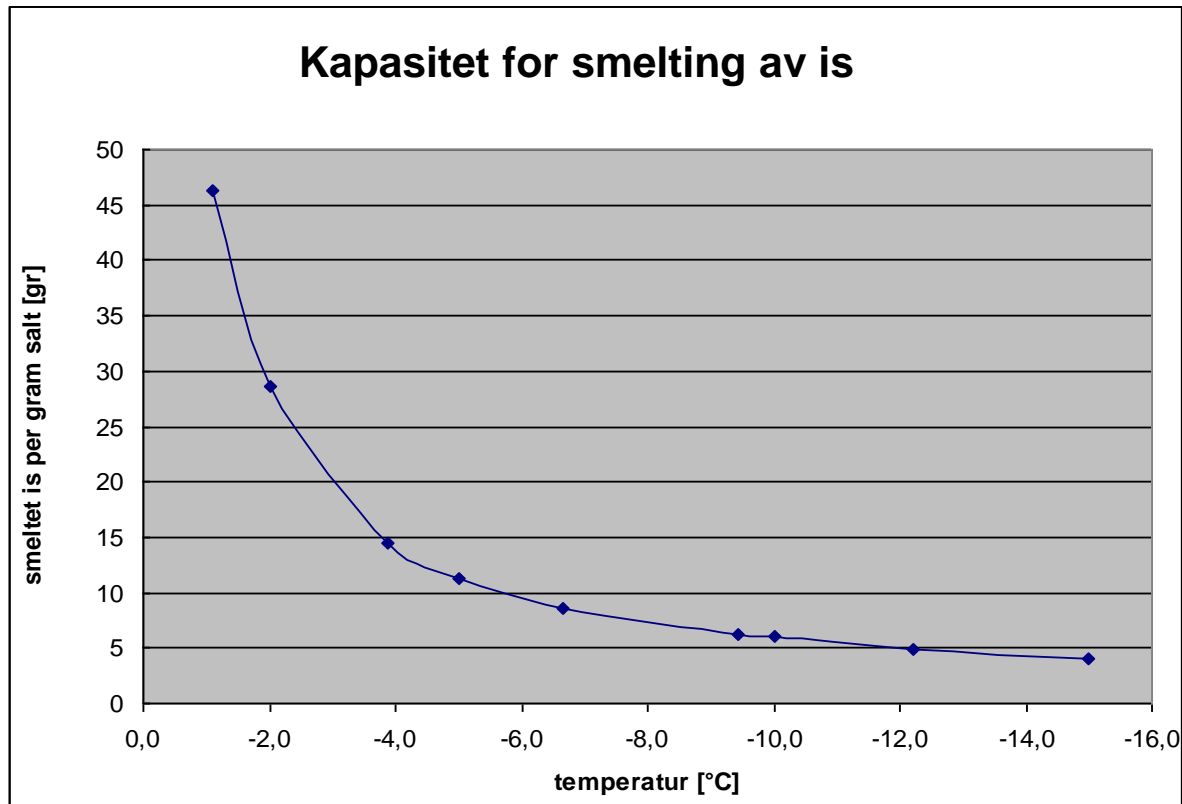
## De-ising – smelte snø og is

- Salt smelter snø og is
- Salt kan brukes for å smelte en is- eller snøsåle som har blitt dannet
- Helst unngå å bruke salt til dette fordi:
  - Unngå glatt veg pga trafiksikkerhetshensyn
  - Krever mer salt for å smelte is enn for å hindre at is dannes

**⇒ Salting bør alltid skje preventivt**



# De-ising – smeltekapasitet



⇒ Jo lavere temperatur, jo mindre smeltekapasitet



## Utførelse – generelle råd

- I størst mulig grad preventiv salting
- Kort tiltakstid (rask «uttrykking», så tett opp til værtilfelle som mulig)
- Lav hastighet ved utspreiding
- Så små saltmengder som mulig
- Mulighet til å gjenta tiltak ved behov
- Høy tiltaksfrekvens – flere tiltak med liten dosering bedre en få tiltak med høy dosering
- .....

**Dette krever et godt driftsopplegg**



## Salting krever:

- Et egna beslutningsstøttesystem
- Personell med god kompetanse
- Tilstrekkelig kapasitet – organisasjon, logistikk og utstyr
- Tilpasset utstyr:
  - Spredere
  - Ploger
  - Lager

**Salting er mer enn bruk av et spredemateriale  
– det er en helhetlig strategi for vinterdrift**





## Utførelse– anti–ising

- Mengde vann, trafikk og temperatur avgjør effekten
- Rettidighet av tiltak er viktig for å kunne oppnå gode kjøreforhold og en lav saltdosering.
- Salttiltak må gjøres tett opp til værtilfeller (eksempelvis maks. 1,5 til 2 timer før tilfrysing)
- Mulighet for hyppig å kunne gjenta salttiltak ved behov (maks. syklustid 1,5 til 2 timer). Dette muliggjør tiltak med lav dosering.
- Lav hastighet ved utspredning gir lavt tap av salt



## Utførelse – anti-kompaktering

### Salting før og under snøvær:

- Saltet hindrer snøen i å kompakteres til et hardt snødekke
- Gjør snøen lettere å fjernes mekanisk
- Ønsker tilbakeføring til bar veg
- Ønsker også hurtigst mulig opptørking



## Utførelse– anti–kompaktering

### Før og under snøvær

- Salttiltak i forkant av snøvær
- Hyppig brøyting under snøvær med kort brøyterode/kort syklustid (maks 1,5 time)
- God kvalitet på brøytetiltakene (lav fart, tilpasset ploger/skjær, riktig innstilt plog og bruk av slapseelement)
- Ved løs snø på vegbanen skal det alltid brøytes før salting og det skal saltes kun på det arealet som er brøytet.



## Utførelse– anti–kompaktering

### Før og under snøvær

- Brøyting til oppnådd bar veg etter endt snøvær, dvs. løs snø/slaps skal først og fremst fjernes med plog og ikke smeltes bort med salt.
- Hele vegbanen i en kjøreretning bør brøytes ut i én operasjon for å unngå stadig omfordeling av snø på vegbanen
- Dette betyr at man må ha korte brøyteroder, plog og saltspreder må være samme enhet under snøfall og bruk av tandemkjøring og/eller sideplog.
- Lave doseringer med salt



## Utførelse – anti-kompaktering

**Snø skal først og fremst fjernes mekanisk:**

- Slaps og løs snø gir dårlige kjøreforhold
- Mer snø/slaps i vegbanen krever høyere dosering
- Dårlig mekanisk fjerning og mye salt skaper våt veg
  - Stort tap av salt (sprut/avrenning)
  - Sein opptørking



## Utførelse – anti-kompaktering

Salt kan ikke og skal ikke erstatte brøyting!

- Snø må først og fremst fjernes mekanisk
- Et lite regneeksempel:

1 cm pakket snø => 5 mm vann = 5000 g/m<sup>2</sup> som krever:

175 g/m<sup>2</sup> salt ved -2°C/m<sup>2</sup>

442 g/m<sup>2</sup> salt ved -5°C/m<sup>2</sup>

820 g/m<sup>2</sup> salt ved -10°C/m<sup>2</sup>





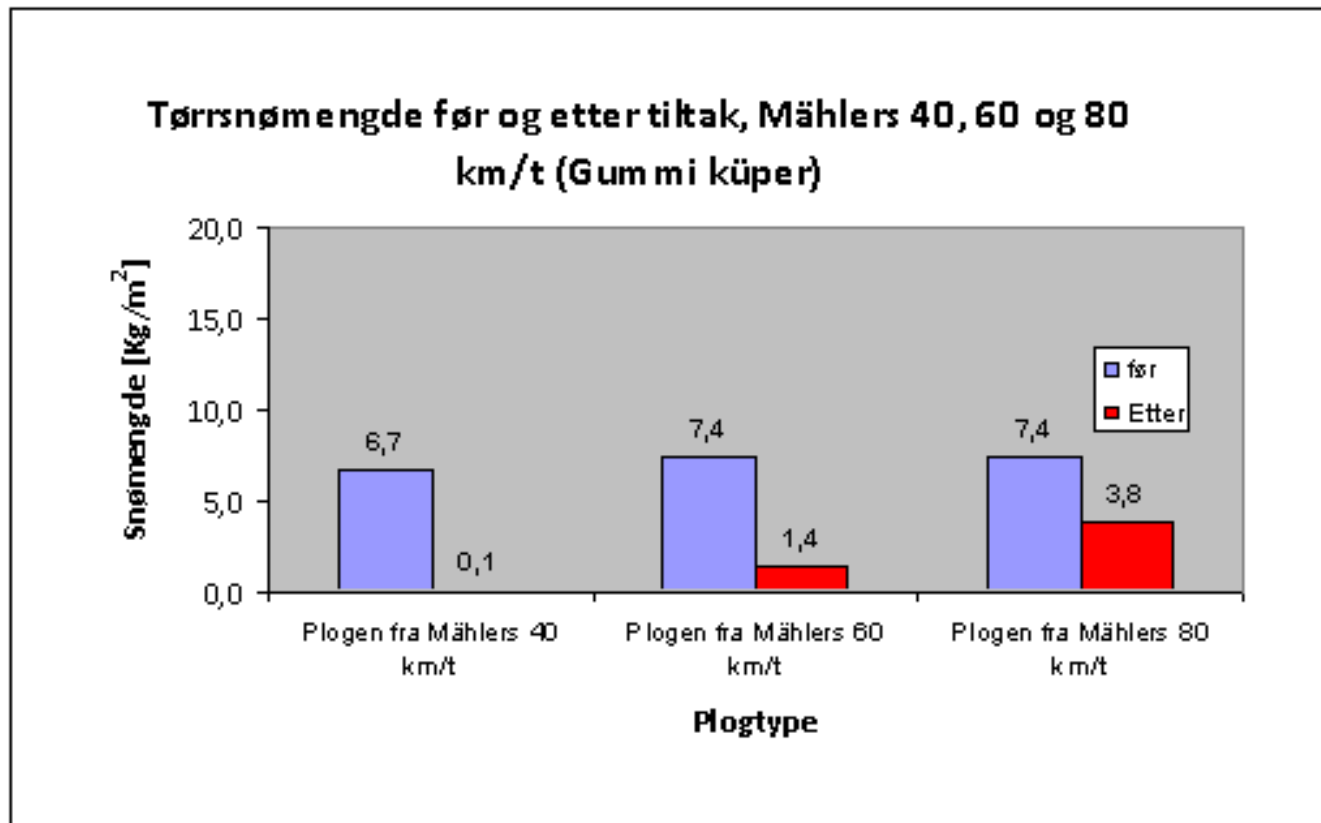
## Utførelse – anti-kompaktering

**Hyppige brøytetiltak med god kvalitet er viktig**

- Faktorer som påvirker kvaliteten på brøyting
  - Utstyr / slapseelementer
  - Innstilling av plog
  - Hastighet

# Utførelse – anti-kompaktering

Brøytehastighet er avgjørende!





## Utførelse – anti-kompaktering

### Utførelse salting før og under snøvær

- Preventiv salting i størst mulig grad
- Alltid brøyting før salting
- Salter kun på det arealet som er brøyta
- Hyppig brøyting
- God brøyte kvalitet (lav hastighet)
- Lav dosering
- God etterrydding (brøytejobben er ikke ferdig når det har slutta å snø)



## Utførelse – de-ising

- Salting bør først og fremst skje som anti-ising og anti-kompaktering
- Faktorer som påvirker effekten:
  - Istykkelse
  - Temperatur
  - Trafikk



## Varighet av salttiltak

- Hvor lenge blir saltet liggende på vegen?
  - Hvor lang tid i forveien av et værtilfelle kan tiltak gjøres?
  - Når må det saltes på nytt?
- Tap av salt:
  - Initialtap
  - Tap pga. trafikk, avrenning mm.

## Initial tap

- Tap under utstrøing
- Salt som aldri havner på vegbanen – ”rett i grøfta”
- Mekanismer
  - Saltkorn spretter av vegbanen
  - Saltkorn/dråper blåser bort fra vegen pga turbulens fra bil eller vind





## Initial tap

### Avhenger av:

- Spredemetode – tørt, befukta eller løsning
- Fart under utspreiding
- Spredebredde
- Vegbaneforhold – tørt, vått snø eller is
- Kornstørrelse?
- ??



## Tap av salt

- Salt forsvinner gradvis fra vegbanen
- Påvirkning fra trafikk og vær
- Ulike mekanismer gir tap:
  - Avrenning
  - Saltkorn som «blåses» av vegen pga trafikk
  - Sprut av oppløst salt



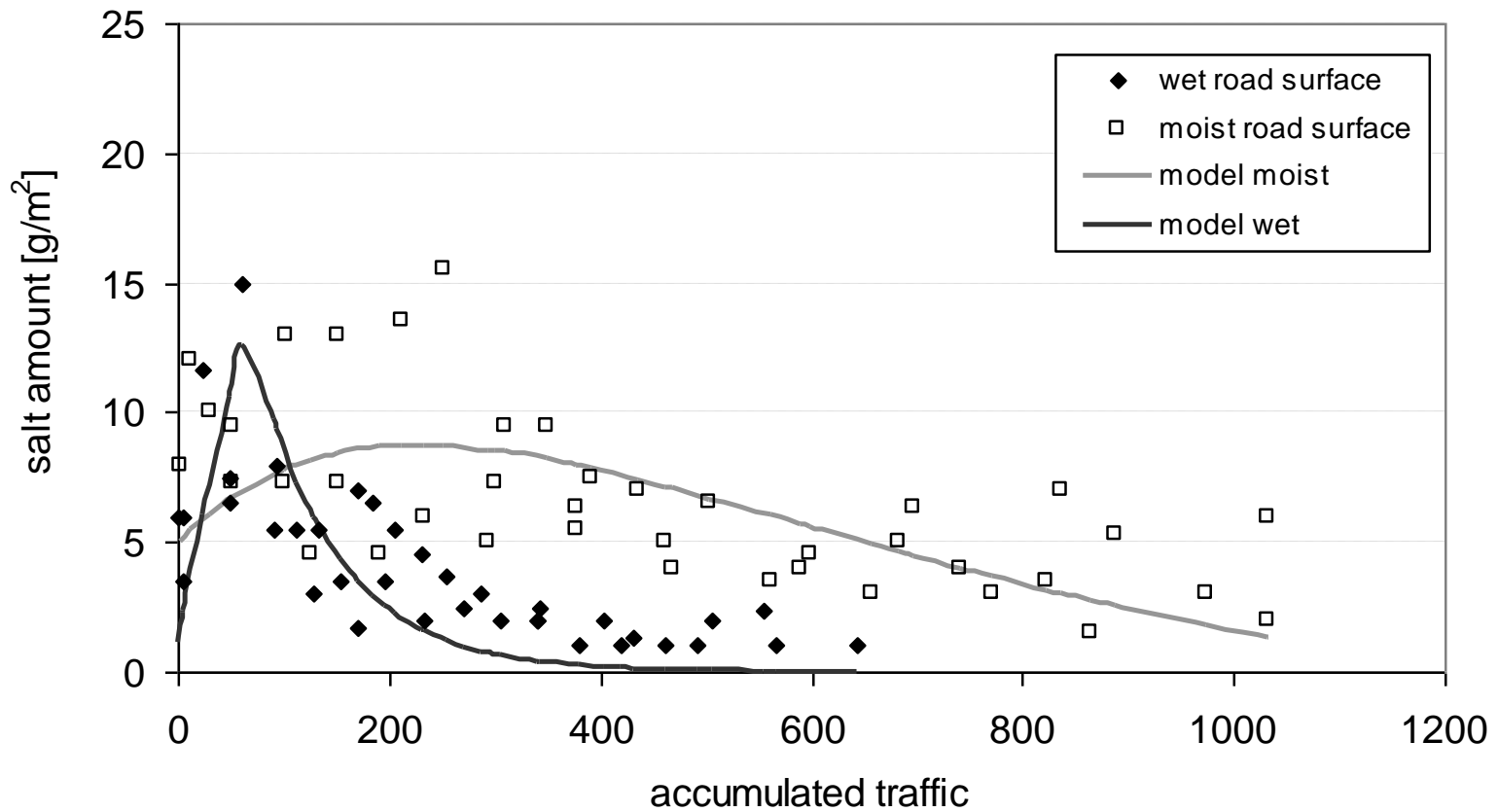
## Varighet av salttiltak

- Hvor lenge blir saltet liggende på vegen?
  - Hvor lang tid i forveien av et værtilfelle kan tiltak gjøres?
  - Når må det saltes på nytt?
- To viktigste faktorer:
  - Trafikk
  - Mengde vann på vegen
  - (Spredemetode)





# Varighet av salttiltak



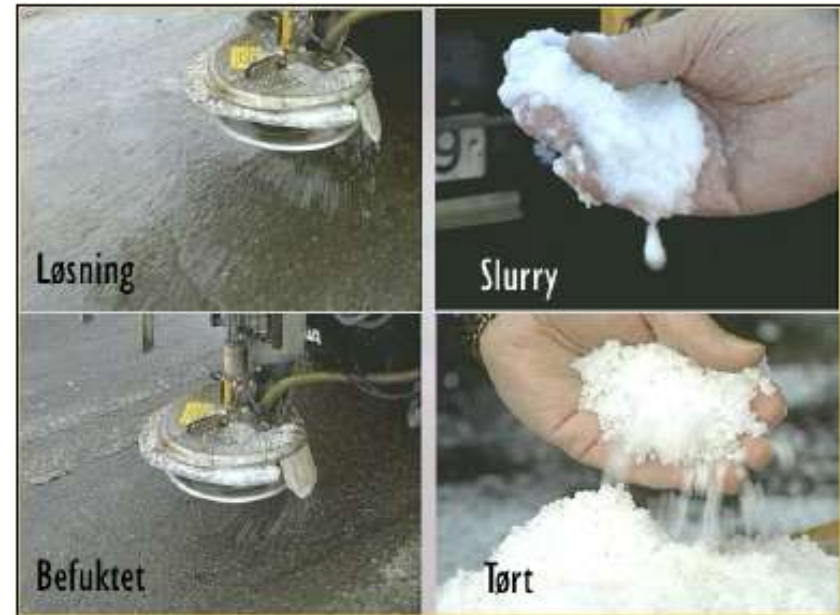


## Varighet av salttiltak

- Kort varighet ved våt vegbane
  - Gjøre tiltak så tett opp til værtilfelle som mulig
  - Kan vi drifte vegen slik at vi får minst mulig våt vegbane? (stikkord: brøyting og lav saltdosering)
- Dobbel dosering gir ikke dobbel varighet  
(Et tiltak på  $20 \text{ g/m}^2$  er ikke det samme som to tiltak på  $10 \text{ g/m}^2$ )

## Ulike spredemetoder

- Tørt salt
- Befukta salt
- Befukta finkornet salt (slurry)
- Saltløsning



## Tørt salt

- **Bruk:**
  - Anti-ising på våt vegbane
  - Under snøvær
  - De-ising av “tykke” ishinner
- **Fordeler:**
  - Enkel metode – enkelt utstyr
  - Effektiv transport av salt
- **Ulemper:**
  - Stort initialtap
  - Kort varighet ved fuktig/tørr veg
  - “Treg” virkning – saltet bruker tid for å oppløses



# Befuktet salt

## Befuktet med vann eller saltløsning

- **Bruk:**
  - Anti-ising ved alle typer vegbaneforhold
  - Før snøvær
  - De-ising
- **Fordeler:**
  - Relativt enkel metode
  - Relativt effektiv transport av salt
  - Redusert initialtap og lengre varighet sammenlignet med tørt salt
- **Ulemper:**
  - Betydelig tap av salt på tørr og fuktig veg



# Finkornet befuktet salt

- Innkjøp av finkornet salt eller kvern på bil
- Bruk:
  - Anti-ising på alle vegbaneforhold
  - Før snøvær
  - De-ising
- Fordeler:
  - Hurtig oppløsning av saltet
  - Redusert initialtap og lengre varighet
- Ulemper:
  - Slurrykvern – kapasitet
  - Innkjøp/bruk av fingradert salt – lagring/utspreiding





## Saltløsning

- Saltkonsentrasjon ca. 20 %
- Tallerken spreder eller dyser
- Bruk
- Anti-ising, tørr eller fuktig veg
- Før snøvær
- Rim og tynne ishinner



- Gir desidert lavest initaltap og varighet ved tørr og fuktig veg
- Hurtig virkning



# Saltløsning som spredemetode

Fordeler	Ulemper
<ul style="list-style-type: none"><li>- Lavt tap av salt under utspreiding</li><li>- Lavt tap av salt pga. trafikk</li><li>- Hurtig effekt</li><li>- Beste spredemetode på tørr og fuktig veg</li><li>- ???</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ineffektiv transport av salt (problemer med kapasitet på biler/rodelengde)</li><li>- Krever store spredemengder av løsning for å få tilstrekkelig salt på vegen – eksempelvis ved lave temperaturer</li><li>- Ikke egnet til de-ising</li><li>- Ikke egnet til anti-kompaktering?</li><li>- ?????</li></ul>



# Saltløsning som spredemetode

## Metoden krever:

- Tilstrekkelig kapasitet for saltløsning på spreder/bil
- Tilstrekkelig kapasitet på blandelegg/lagertanker
- Styrke på saltløsning – kvalitet på blandeannlegg
- Korte roder

**Saltløsning er en krevende metode**



# Utstyr for spredning av saltløsning



## Utstyr for spredning av saltløsning

- Kombispredere
- Stor kapasitet for væske
- Relativt liten tørrstoffmengde
- Tallerken for tørrstoff/befuktet
- Dyser/dysebom for løsning



		Spredemetode			
Hensikt	Vegbaneforhold/ værforhold	Tørt salt	Befuktet salt	Finkornet befuktet salt/slurry	Saltløsning
Anti-ising	Tørr veg	Skal ikke brukes	Skal ikke brukes	Kan brukes	Egnet
	Fuktig vegbane (ikke sprut fra kjøretøy)	Skal ikke brukes	Kan brukes	Egnet	Kan brukes
	Våt veg (sprut fra kjøretøy)	Skal ikke brukes	Egnet	Egnet	Skal ikke brukes
	Regn på kald vegbane /underkjølt regn < 1mm/t	Skal ikke brukes	Egnet	Egnet	Skal ikke brukes
	Regn på kald vegbane /underkjølt regn > 1mm/t	Skal ikke brukes	Egnet	Egnet	Skal ikke brukes
Anti-kompaktering	Før snøvær, tørr eller fuktig veg	Skal ikke brukes	Kan brukes	Kan brukes	Egnet
	Før snøvær, våt veg	Skal ikke brukes	Egnet	Egnet	Skal ikke brukes
	Under snøvær	Egnet	Egnet	Egnet	Skal ikke brukes
	Etter snøvær	Egnet	Egnet	Egnet	Skal ikke brukes
De-ising	Tynne ishinne og rimfrost	Skal ikke brukes	Egnet	Egnet	Kan brukes
	Tykke snø- og isdekker	Kan brukes	Egnet	Egnet	Skal ikke brukes



# Kjemikalietyper

- To hovedgrupper
  1. Mineralske salter
    - Natriumklorid ( $\text{NaCl}$ )
    - Magnesiumklorid ( $\text{MgCl}_2$ )
    - Kalsiumklorid ( $\text{CaCl}_2$ )
  2. Organiske salter
    - Kalsium magnesium acetat (CMA)
    - Andre acetater og formater
- Pris og kjemiske egenskaper gjør at  $\text{NaCl}$  dominerer



# Kjemikalietyper

## Natriumklorid

- Bordsalt
- Sjøsalt eller steinsalt
- Mest brukt i Norge og på verdensbasis
- God tilgjengelighet og forholdsvis lav pris
- Eutektisk punkt:
  - 21,1 °C ved 23,3 vektprosent NaCl



## Kjemikalietyper

- Et ønske om alternative kjemikalier pga. negative effekter av NaCl:
  - Miljø
  - (Korrosjon på biler/vegutstyr)
- Organiske kjemikalier kan brytes ned i naturen
- Eksempelvis:
  - Kaliumformeat
  - Natriumformeat





# Temperaturgrenser for bruk av salt

- Fasediagram og smeltekapasitet viser at salt har temperaturbegrensinger
- Laveste teoretiske temperatur er  $-21\text{ °C}$
- Jo lavere temperatur, jo dårligere virkning
- Temperaturgrenser for salt
  - Avhengig av flere faktorer
  - Kan ikke settes eksakte grenser for når salt ikke virker



# Temperaturgrenser for bruk av salt

- Temperaturgrense må være en situasjonsbestemt vurdering
- Tre faktor avgjør hvorvidt et salttiltak virker (forenkla)
  - Temperatur (vegbane og luft)
  - Mengde vann, snø eller is på vegen
  - Mengde salt på vegen



# Temperaturgrenser for bruk av salt

- Faktorer som må vurderes
  - Temperatur
  - Trafikk
  - Lengden på kuldeperiode (en natt, ei uke)
  - Fare for nedbør, utynning
  - Er det snø/is på vegbanen
  - Tid mellom en nedbørsperiode og kuldeperiode
  - Fare for drivsnø på våt vegbane
- Er det samme temperaturgrense for de-ising som anti-ising?



# Temperaturgrenser for bruk av salt

- Eksempel 1
  - Fukt på veg/fare for tynn ishinne
  - Lav nattetemperatur,  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Eksempel 2
  - Snøvær
  - Meldt hurtig fall i temperatur etter snøvær, kaldt i lengre periode
- Eksempel 3
  - Snøvær
  - 2 døgn før fall i temperatur



# Temperaturgrenser for bruk av salt

- Må vurdere fra situasjon til situasjon
- Anbefaler dialog mellom entreprenør og byggherre



# Salting og trafiksikkerhet

- Opprinnelig:
  - Argumentet for salting var god framkommelighet
  - Trafiksikkerhet var ikke et argument
- Bedre metoder og økt kunnskap ga bedre salting



# Salting og trafikksikkerhet

- Stor norsk undersøkelse på begynnelsen av 90-tallet
- Bakgrunn:
  - Debatt om salt og trafikksikkerhet
  - Behov for grunnlag for SvV sin vinterpolicy
- Fra 1991–1994, sluttrapportert i 1995



# Salt og trafiksikkerhet

## Norsk undersøkelse på 90-tallet

- Bestod av to ulike studier/metoder:
  - Del 1: Før- og etterundersøkelse
  - Del 2: Sammenlignende studier
- Datagrunnlag:
  - 3368 km med riksveg
  - 2809 ulykker fordelt på saltet og usaltet vegnett





# Salting og trafiksikkerhet

## Norsk undersøkelse på 90-tallet

- Konklusjoner
  - Salting har en god trafiksikkerhetsmessig effekt
  - Gir størst effekt på alvorlige ulykker
  - Størst effekt ved høyere fart
  - Ingen indikasjon på at salting gir ulykkesøkning på tilliggende vegnett
- Salting reduserte ulykkene med 20 %



# Salting og trafikksikkerhet

## Ny undersøkelse basert på svenske tall (Norem, 2009)

- Klima er avgjørende for saltingens effekt på trafikksikkerhet
- Oppnås en positiv effekt ved egne klima
- Må oppnå høy grad av bar veg gjennom vinteren

## TØI-rapport 2011

- Litteraturstudie av internasjonale undersøkelser
- Vanskelig å sammenligne ulike land/ulike undersøkelser – mange faktorer påvirker trafikksikkerheten
- Anslår en trafikksikkerhetsgevinst på mellom 5 og 10%