

# **SALTLAGESPREDNING PÅ TRAFIKVEJE**

**Fyns Amt 1999/2000**  
Revision 17. april 2000

Saltlagespredning på trafikveje, april 2000  
Af: Driftschef J. Kr. Fønnesbech, Fyns Amt  
Rådgivende Ingeniør Knud Bjørn Prahl, PRAHL A/S

## INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	INDLEDNING	4
2.	SAMMENFATNING OG KONKLUSION	6
3.	FORSØGET I VINTEREN 1996/1997	8
	Forsøgsmetode	8
	Forsøgsresultat	8
	Delkonklusion for vinteren 1996/1997	9
4.	FORSØGET I VINTEREN 1997/1998	10
	Spredeudstyret	10
	Forsøgsresultat	11
	Fejl eller begrænsninger	11
5.	FORSØGET I VINTEREN 1998/1999	12
5.1	Forsøgsbeskrivelse	12
	Saltning på ÆRØ	12
	Saltruterne på FYN	12
	Salt og saltlage	13
	Teknisk Udstyr	14
	Måleprogram	15
5.2	Hvad sker der når der spredes saltlage	16
5.3	Data	19
	Indsamling	19
	Rensning og redigering af data	19
	Relative data	20
	Afhængighed af udspredningstidspunktet	20
5.4	Analyser på restsalt	21
	Modeller for nedbrydning af salt på kørebanen	21
	5.4.1 Model for saltnedbrydning, primært som funktion af tid	21
	5.4.2 Fordeling af saltlage	22
	5.4.3 Nedbrydning af saltlagen på kørebanen	25
	5.4.4 Model for saltnedbrydning, som funktion af trafikintensiteten.	28
5.5	Snesituationer	32
	Case Stories	32
	Risiko og tilstrækkelighed ved spredning med saltlage	33
5.6	Vinteren på Ærø	34
6.	FORSØGETS FORTSÆTTELSE	35
6.1	Spredemængder og antal udspreddinger	35
6.2	Målemetoder	35
6.3	Trafikkens indflydelse	36
7.	LITTERATURHENVISNINGER	37
8.	Bilag	38

# 1. INDLEDNING

Saltning af trafikveje har i Danmark i perioden indtil midten af 1980'erne traditionelt været udført ved spredning af tørt salt (NaCl) på veje, hvor der var rim, isglat eller begyndende snefald.

For at forbedre virkningen og begrænse saltforbruget påbegyndtes i midten af 1980'erne forsøg med spredning af befugtet salt, dvs. salt, hvortil der var tilsat vand i form af saltlage. Denne metode indebar den fordel, at det fugtige salt klæbede til kørebanen, og samtidig kunne optøningen – der kræver salt på væskeform – begynde umiddelbart og derved danne væske til opløsning af de udsprede saltkorn.

I dag er denne metode ved at være enerådende på trafikveje i både amter og kommuner.

For at opnå yderligere forbedringer i vintertjenesten, er der i Danmark fra starten af 1990'erne gjort forsøg med udspredning af ren saltlage på trafikveje, dels fra stationære anlæg, dels fra mobile væskespredere. Der har dog været en generel angst for at de reducerede saltmængder, der på denne måde sammen med vand blev udsprede på vejen, kunne være til risiko for trafikken i snevejr eller på meget kolde veje. I disse situationer befrygtedes det at mængden af salt ville være for lille til at sikre en total opsmeltning og at den udsprede vandmængde derfor kunne gøre vejen endnu glattere.

Nærværende rapport skal dokumentere de forsøg med spredning af saltlage på fynske trafikveje, der i den sammenhæng har været gennemført af Fyns Amt og Vejdirektoratet, og for ét års vedkommende med deltagelse af A/S Storebæltsforbindelsen, fra vinteren 1996/97 frem til og med vinteren 1998/99.

Forsøget i vinteren 1996/97 havde til formål at dokumentere teknikken ved udspredning af saltlage på kørebaner under høj hastighed, og om muligt at måle kørebanefriktionen efter udspredning.

Forsøget i vinteren 1997/98 havde til formål at dokumentere teknikken i en ny maskintype – en prototype fra firmaet Kyndestofte Maskinfabrik A/S – med henblik på at få en forbedret udspredning af saltlage.

Forsøget i vinteren 1998/99 havde til formål at gennemføre en regelmæssig saltning med saltlage og fugtsalt på 2 sammenlignelige strækninger, og herunder undersøge hvor længe saltet forbliver på vejen under forskelligt vejrlig. Til dette formål skulle spredningen af saltlage og fugtsalt på vejen måles 2, 5 og 10 timer efter udspreddingen.

## 2. SAMMENFATNING OG KONKLUSION

Fyns Amt har til dels i samarbejde med Vejdirektoratet og Storebæltsforbindelsen A/S, i vintrene 1996 - 1999 gennemført sammenlignende forsøg med udspredning af fugtsalt hhv. saltlage på kørebanerne på amts- og statsveje på Fyn.

Forsøgene gennem 1996 til 1998 har ført frem til udviklingen af en ny saltlagespreder, der med få dyser effektivt kan fordele saltlagen på kørebanen uden at for store mængder – pga. turbulens omkring saltsprederen – som en salttåge driver ud i rabatten.

I vinteren 1998/99 gennemførtes en større dataindsamling af restsaltmålinger i perioden 2-10 timer efter saltudspredningen. En statistisk behandling af disse data viser at der, i forhold til den udsprede saltmængde, er 13-23% mindre restsalt på vejen efter fugtsalt end efter saltlage. Dette viser at mere fugtsalt end saltlage forsvinder ud i rabatten i de første timer efter udspreningen.

En anden statistisk behandling af data viser det samme, men udtrykker at omkring 85-95% af den udsprede saltlage virker på vejen, medens størrelsesordenen for fugtsalt ligger på omkring 55-65%. Denne undersøgelse er baseret på kun én uafhængig variabel, og indebærer derfor væsentlig større statistisk usikkerhed end angivet ved intervalgrænserne.

I en tredje analyse er restsaltmængden sat i relation til trafikintensiteten, det vil sige til antal bilpassager efter udspreningen. Analysen viser at restsaltmængden aftager proportionalt med antal bilpassager, på veje med en døgntrafik pr. spor på 2500-3500, medens der ikke er fundet nogen sikker afhængighed ved veje med en døgntrafik pr. spor på 500-1000.

Da undersøgelsen er gennemført med en højere trafikintensitet ved lagespredning end ved fugtsalt udviser denne analyse – når der reguleres for trafikintensiteten en næsten dobbelt så stor relativ restsaltmængde efter saltlage som efter fugtsalt. En forskel der er statistisk signifikant.

Det kan anbefales at søge denne tendens undersøgt yderligere ved at gennemføre nye undersøgelser på veje med større trafikintensitet, og evt.

ved krydsforsøg, hvor der spredes fugtsalt på veje, hvor der tidligere har været spredt saltlage.

Ved analyse af udspretningsbilledet på tværs af vejen, kan der konstateres et for hver saltspreader karakteristisk udspretningsbillede. Dette viser at den anvendte målemetode med saltstok SOBO 20 er tilstrækkelig velegnet til analysen, men også at det er nødvendigt at foretage en løbende kontrol med hver enkelt saltspreders udspretningsaggregat for at sikre en optimal anvendelse af saltet.

Udspretninger i snevejrssituationer har ikke kunnet behandles på baggrund af objektive målinger af restsaltmængder eller lignende. For hver snevejrssituation er der beskrevet en case story på baggrund af logbogens registreringer.

Ved gennemlæsning af disse case stories findes der ikke tegn på farlige situationer, og der er således intet der tyder på at saltlagespredning er mindre velegnet i snevejr end udspretning af fugtsalt.

Dette er en konklusion på den usikre side, og anbefales i kommende vintre fulgt op af et forsøg med objektiv måling af vejtilstanden efter udspretning af saltlage og fugtsalt under og efter snevejr.

### **3. FORSØGET I VINTEREN 1996/1997**

I vinteren 1996/1997 gennemførte Fyns Amt og Vejdirektoratet nogle forsøg med spredning af saltlage på motorvejen mellem Odense og Nyborg Færgehavn. Forsøgene havde til formål at undersøge effekten af spredning af saltlage fra en EPOKE lagespreder, herunder også at vurdere stabiliteten i udlægning, dataregistrering og kapacitet.

#### **Forsøgsmetode**

Forsøget blev gennemført i et samarbejde mellem EPOKE A/S, Fyns Amt og Vejdirektoratet, på motorvejen M40 mellem Odense og Halsskov.

Forsøget blev gennemført med en saltspreder med nominel kapacitet 4 m<sup>3</sup> salt og 5.200 l væske. Saltsprederen blev suppleret med en ekstra tank på 2.000 l. Saltspreder og supplerende væsketank var placeret på en 5 akslet sættevogn.

Saltsprederens funktion og kapacitet blev herpå vurderet/målt såvel under stilstand som under kørsel ved forskellig vindpåvirkning.

Der blev ikke som planlagt gennemført friktionsforsøg, idet friktionsforsøg ved opbremsning blev anset for utilladeligt på den trafikerede motorvej.

#### **Forsøgsresultat**

Der er gennemført 2 testkørsler, dels den 13. februar hvor der blev spredt 17,45 ml/m<sup>2</sup> saltlage og dels den 16. juni hvor der blev spredt 20 ml/m<sup>2</sup> vand.

Fra forsøgene er registreret følgende:

- Ved kørslen den 13. februar blev der ikke registreret vindhastighed eller retning. Visuelt konstateredes: "Sidedyserne er ret vindfølsomme og som gennemsnit blev kun ½-delen af den yderste kørebane våd. Efterfølgende bilpassager viste dog, at der ret hurtigt kom kørespor også på den yderste del af kørebanen. Bagdyserne forstøver væsken en del. Til tider kunne der ses en mindre "tåge" drive ind over nødsporet."
- Ved kørslen den 16. juni er der konstateret vindhastighed på 11 m/s sidevind på hele strækningen fra Knudshoved færgehavn til Langeskov,



hvilket kan betragtes som sidevind fra syd. Visuelt konstateredes: "Ved sidevind mod sidedysens sprøjteretning mangler helt op til 2 m fra overhalingsbanens yderkant at blive befugtet. Der forekommer pulseringer, hvor udlægning på helt op til 50 - 100 meter foretages i "tunger".

"Ved kørsel langs lydværn, og ved kørsel under broer konstateredes ikke bedre spredning".

"På tilbageturen, med sidevind i sidedysens sprøjteretning, blev der udlagt et meget fint lag i begge motorvejens baner, endda ½ meter ud over overhalingsbanens yderside. Lidt pulseringer kunne ses, men ikke meget."

#### **Delkonklusion for vinteren 1996/1997**

- Det bør sikres at mest muligt salt lander på vejen og ikke blæser af som tåge eller ved sprøjtning ud over kørebanerne.
- Brug af sidesprøjterne mod vindretningen giver et halvdårligt resultat, idet kun halvdelen af overhalingsbanen bliver dækket med salt, og der er store pulseringer.
- Brug af sidesprøjterne med vindens retning giver god fordeling på kørebanen, men også salt ud over kørebanekanten.

Inden videre udvikling af lagesprederen bør man overveje:

- Hvor god skal fordelingen være på vejen. Når der konstateres kørespor hvor der ikke synligt er spredt lage, kan det være udtryk for at trafikken selv fordeler saltlagen.
- Hvad er vigtigst:
  - at få placeret mest muligt af saltlagen i de to kørespor, med en begrænset fordeling til følge, eller
  - at få fordelt saltlagen bedst muligt i de to kørespor, med sprøjtning ud over kørebanekanten og en salttåge til følge.

## 4. FORSØGET I VINTEREN 1997/1998

Forøget i 1997/1998 startede med udvikling af et nyt lagespredeudstyr, der blev udviklet i samarbejde med Kyndestoft Maskinfabrik og Ollerup Maskinstation. Udviklingen byggede på begge firmaers erfaring fra landbrugets marksprøjtning. Kyndestoft Maskinfabrik leverede udsprøjtningssystemet inkl. dyser regulerings- og styringsudstyr medens Ollerup Maskinstation leverede chauffør, lastbil og lagetank.

### Spredeudstyret

Lagesprederen består af en 8 m<sup>3</sup> tank med pumpe, motor og styreboks. Lagen spredes gennem en bagudvendt spredebom med 10 dyser samt en dyseholder med 8 dyser på lastbilens venstre side, placeret lige bag førerhuset, og en dyseholder med 5 dyser på lastbilens højre side, placeret umiddelbart foran spredebommen. Spredemængden styres på grundlag af lastbilens kørehastighed målt med en bagudvendt hastighedsradar.

Dyserne på spredebommen har tre indstillinger, 1-stråle, 3-stråle og vifteform. Sidedyserne sidder alle i samme niveau og er af typen 1-stråledyse. Sidedyserne på venstre side sidder langt fremme på lastbilens og er rettet skråt bagud, hvilket betyder at de kun i begrænset omfang er påvirket af lastbilens turbulens.

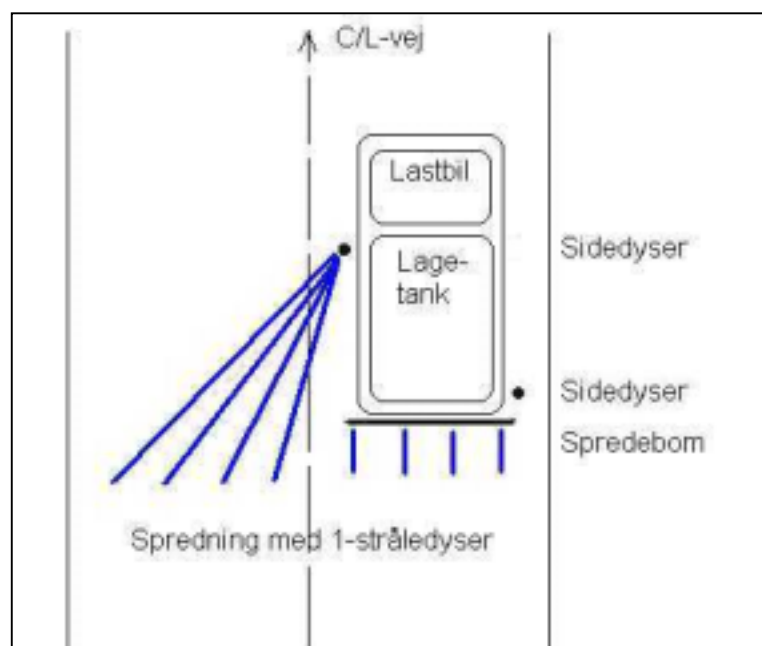


Fig. 4.1 – Principiel opbygning af spredesystem på lastbil.

Der er ingen regulering på den enkelte dyse. Enten spreder alle dyser den enkelte dyseholder, eller også spreder ingen. Det samme gælder for spredebommen.

Sprederne kan med den viste opbygning med én spredebom og 2 sidedyseholdere sprede i 3 vognbaner samtidig, dvs. en samlet bredde på ca. 10,5 m. Kørehastigheden er planlagt til 60 km/t.

### **Forsøgsresultat**

På trafikrute 9, Odense – Nykøbing Falster, blev der på strækningen Stenstrup – Spodsbjerg i vinteren 97/98 alene saltet med saltlage. Der var altid en fugtsaltspreder i reserve, men den blev ikke brugt. Der blev saltet ved de samme udkald og i samme omfang som på andre ruter, hvor der anvendtes fugtsalt. Ved alle normale glatføresituationer – dvs. glathed forårsaget af rimdannelser – er spredebommens 3-stråledyser blevet benyttet.

Der er med denne indstilling ikke registreret problemer for trafikken.

I sne- og isslagssituationer er der også saltet med 20 ml/m<sup>2</sup> saltlage, men i disse situationer er der benyttet 1-stråle dyser. Resultatet heraf har været positivt, og over forventning.

Dette skyldes måske at denne dyse har en bedre effekt til at udbringe saltlagen koncentreret (i en stråle), således at den kan trænge gennem (revner og sprækker i) is- eller snelaget, og dermed løsne laget nedefra.

### **Fejl eller begrænsninger**

Under den samtidigt udførte lagespredning på er der en enkelt gang blevet konstateret glathed efter udspredning af lage.

Det har ikke kunnet konstateres hvad der var årsag, men det kan befrygtes at en fejl på saltblande anlægget har gjort at der er benyttet saltlage med et utilstrækkeligt saltindhold. en anden teori er, at brug af saltlage ved lav temperatur – under optørringen – kan give årsag til glathed.

Det har ikke været muligt at fremprovokere en tilsvarende glathed under anvendelse af en kontrolleret lageblanding.

## **5. FORSØGET I VINTEREN 1998/1999**

### **5.1 Forsøgsbeskrivelse**

Forsøgene i vinteren 1998/1999 omfattede 2 geografiske områder. Dels gennemførtes et totalsaltningsforsøg på Ærø, dels gennemførtes en kontrolleret sammenligning mellem fugtsalt og saltlage på vejene omkring Ringe og Svendborg.

#### **Saltning på ÆRØ**

På Ærø gennemførtes en forsøgsmæssig saltning med saltlage i stedet for den traditionelle saltning med fugtsalt. Forsøget udførtes som totalforsøg, idet der kun blev benyttet saltlage og der var ikke nogen reserve i form af en fugtsaltspreder.

Der førtes ingen systematisk kontrol med resultatet – ud over registrering af udkald og forbrug – så det er alene personalets fornemmelser og befolkningens tilfredshed, der giver udtryk for forsøgets resultat.

Saltlagen til forsøget blev blandet på Ærø ved anvendelse af havvand, der har et saltindhold på 2-3%

#### **Saltruterne på FYN**

På Fyn omfattede forsøget spredning af saltlage på rute 9, vejnr. 206, (Svendborg – Tårs) med referencetrækning på vej 714, (Svendborg – Fåborg) gennem hele vinteren.

Fra 1. januar 1999 indgik også spredning af saltlage på vejnr. 602 mellem Ringe og Ørbæk, med referencetrækning på vej 730 mellem Ørbæk og Frørup.

På saltlageruterne udspreddes ved hvert udkald 20 ml saltlage pr m<sup>2</sup>, medens der på referenceruterne udspreddes enten 10 eller 15 g/m<sup>2</sup> fugtsalt.

Målestederne blev valgt således at der var nogenlunde overensstemmelse mellem forholdene på lagestrækningen og referencetrækningen, vedrørende vejens geografiske retning og kystnærhed, belægningens art og alder samt vedrørende trafikens omfang.

### **Belægning og trafik**

Målestederne kan karakteriseres ved følgende oplysninger:

- Vej 206 km. 8,0 og 8,5
  - Retning nord - syd
  - Vejbredde 5,75-5,85 m
  - Belægning 70 kg/m<sup>2</sup> AB fra 1987
  - Årsdøgntrafik (ÅDT) 7200
  - Trafikbelastning (E<sub>10</sub>) 575 pr. døgn
- Vej 714 km 8,8 og 9,3
  - Retning øst - vest
  - Vejbredde 6,0 m
  - Belægning MOB 5/8 fra 1994
  - Årsdøgntrafik (ÅDT) 5300
  - Trafikbelastning (E<sub>10</sub>) 250 pr. døgn
- Vej 602 km 54,5 og 54,0
  - Retning øst - vest
  - Vejbredde 5,6 m
  - Belægning MOB 5/8 fra 1993
  - Årsdøgntrafik (ÅDT) 1300
  - Trafikbelastning (E<sub>10</sub>) 50 pr. døgn
- Vej 730 km. 3,0 og 3,5
  - Retning øst - vest
  - Vejbredde 5,70-5,75 m
  - Belægning MOB 5/8 fra 1992
  - Årsdøgntrafik (ÅDT) 1900
  - Trafikbelastning (E<sub>10</sub>) 110 pr. døgn

### **Salt og saltlage**

Til forsøget blev benyttet vakuumsalt fra Dansk Salt A/S i Mariager. Saltet har en kornstørrelse under 1 mm.

Saltlagen til saltruterne på Fyn blev fremstillet på materielgården i Ringe på et blandedanlæg af typen EPOMIX, ved blanding af vakuumsalt med drikkevand.

Saltlagen til forsøget på Ærø blev fremstillet af samme salttype, men ved anvendelse af havvand med et naturligt indhold af salt på 2-3%.

Saltlagen er forudsat at have en koncentration på 20%, men der er ikke systematisk ført kontrol med, hvorvidt dette er opnået.

Der er mistanke om, at saltlagen ikke altid har været homogen, men at der i blandekarret har forekommet en lagdeling med ferskvand (det lette) liggende over et tungere saltholdigt væskelag.

### **Teknisk Udstyr**

*Fugtsaltspredere* er standard fugtsaltspredere, der spreder 7 vægtdele salt blandet med 3 vægtdele saltlage. Spredemængden er indstillet til hhv. 10 og 15 g/m<sup>2</sup>, hvilket giver følgende udspredning af tørt NaCl:

	10 g/m <sup>2</sup>	15 g/m <sup>2</sup>
NaCl /m <sup>2</sup>	7,6 g	11,4 g
NaCl / 5m vej	38 g	57 g
NaCl / 6m vej	46 g	68 g

Tabel 5.1 – Spredemængder ved fugtsalt

Der er i forsøget ikke ført kontrol med spredernes forbrug.

Til forsøget er på vej 714 benyttet saltspreder nr. 80101-138 af typen NIDO Mammuth N90/40 og på vej 730 saltspreder nr. 80101-149 af typen Epoke SW 3501 med dataopsamling.

*Saltlagespredere* er prototyper fra Kyndestoft Maskinfabrik. De består af en 8 hhv. 11 m<sup>3</sup> tank med 10 dyser på en bagudrettet spredebom til spredning af saltlage i 3,5 m bredde, og en dyseholder i venstre side med 8 dyser, placeret tæt bag lastbilens førerhus, og en dyseholder i højre side med 5 dyser placeret ved spredebommen. Sidedyseholderne benyttes til spredning i kørebanerne til venstre for saltsprederen og i højresvingsbaner og buslommer m.m. til højre for saltsprederen. Sidedyserne sidder placeret vandret ved siden af hinanden. På forsøgsstedet er kun sidedyserne i venstre side blevet benyttet. Spredebredden styres ved at dreje sidedyserne. Spredemængden styres i forhold til lastbilens kørehastighed ved en hastighedsradar.

Spredemængden er indstillet til 20 ml/m<sup>2</sup> ved 6 m spred bredde, hvilket ved hhv. 5 og 6 m spred bredde giver følgende udspredning af tørt NaCl:

	NaCl / m	NaCl / m <sup>2</sup>
NaCl / 6m vej	28 g	4,7 g
NaCl / 5m vej	28 g	5,6 g

Tabel 5.2 – Spredemængder ved saltlage.

Der er i forsøget ikke ført kontrol med spredernes forbrug.

Dyserne på spred bommen har tre indstillinger, 1-stråle, 3-stråle og vifteform. På sidedyseholderne er alle dyser af typen 1-stråledyse.

Fyns Amts saltspreder nr. 80102-01 fra Ollerup Maskinstation er benyttet på vej nr. 206, og nr. 80102-03 (11 m<sup>3</sup> tank) er benyttet på vej nr. 602.

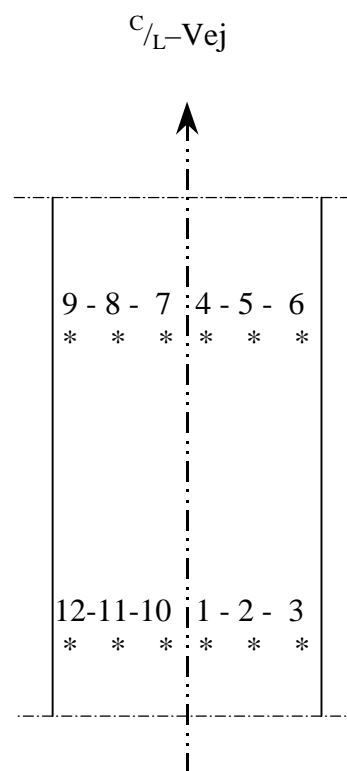
### Måleprogram

Efter hvert udkald til saltning er der gennemført tre målinger på hver af de 4 vejstrækninger. Målingerne er foretaget hhv. ca. 2, 5 og 10 timer efter udspredning.

Hvert målested omfatter to tværsnit på kørebanen beliggende med en indbyrdes afstand på 500 m. I hvert tværsnit måles restsaltindholdet på kørebanen med en SOBO 20 resistensmåler i 6 forskellige punkter, fordelt på den 7 m brede vej på følgende måde:

Afstand fra vejmidte 0,5 m, 1,5 m og 2,5 m.

Først måles 2\*3 enkeltmålinger i højre vejside i kilometreringsretningen og derefter 2\*3 målinger i venstre side, så målerækken bliver som vist på skitsen.



Figur 5.1 – Målesteder på vejen

Den anførte målerækkefølge er valgt af trafikikkerhedsmæssige årsager og giver i praksis en logisk arbejdsmetode.

Målestedet forskydes ca. 10 m for hver måling.

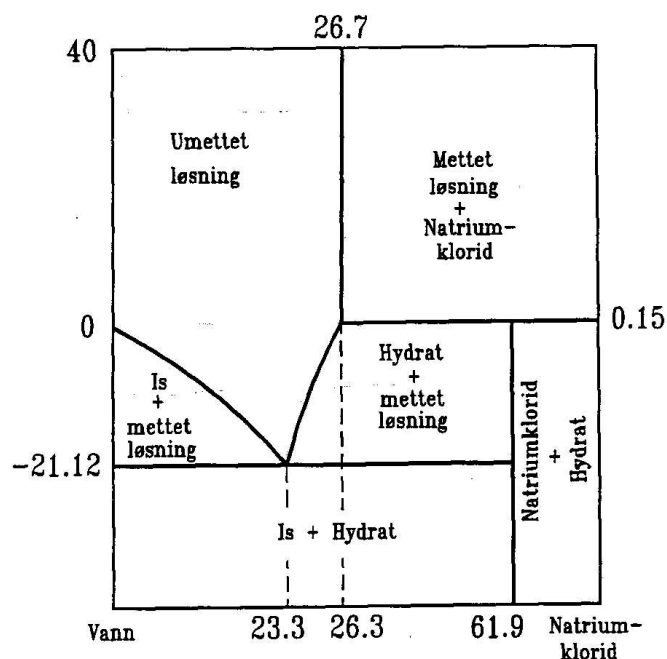
Herudover registreres vejtilstand, skydække og vejr ved en af følgende værdier:

Vejtilstand		Skydække		Vejr	
1	tør	0	Skyfri	1	Tørt
2	Fugtig	1		2	Fugtigt
3	Våd	2	Overskyet	3	Regn
4	Rim			4	Sne
5	Is			5	Fygning
6	Sjap			6	snestorm
7	Sne			7	Slud
8	Fastkørt sne				
9	Isslag				
10	Opbrudt isslag				

Tabel 5.3 – Vej- og vejrtilstande

## 5.2 Hvad sker der når der spredes saltlage

Når NaCl, vand og is blandes, indstiller der sig en ligevægt mellem is, vand NaCl og Hydrat ( $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), der er afhængig af den temperatur blandingen har. Ligevægten skabes ved at det faste NaCl enten går i opløsning og danner  $\text{Na}^+$  og  $\text{Cl}^-$  ioner, eller at det går i forbindelse med vandet og danner hydrat. Processen er reversibel, således at Hydrat kan opløses og NaCl kan udfældes igen.



Figur 5.2 – Principielt fasediagram for NaCl – Vand



Ud fra dette diagram kan man se hvad der sker når der spredes saltlage ud på kørebanen.

### ***Saltlage på tør kørebane***

Vejtemperatur  $> 0^{\circ}\text{C}$  Væsken i saltlagen fordamper. Når opløsningen er mættet udfældes NaCl krystaller på vejoverfladen

Vejtemperatur  $< 0^{\circ}\text{C}$  Væsken i saltlagen fordamper. Når opløsningen er mættet dannes Hydrat, der muligvis kan være glat. (Der er kendt at  $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  kan være glat, men det tilsvarende er ikke fundet beskrevet for  $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

### ***Saltlage på rim, sne eller is***

Vejtemperatur  $< 0^{\circ}\text{C}$  Saltlagen udspreddes i en (næsten) maksimal mættet opløsning. Ved kontakt med "is" opløses noget af dette og saltlagens koncentration falder. Dette fortsætter indtil saltlagens koncentration har samme frysepunkt som vejtemperaturen. Herefter vil der ikke smelte mere is, og på vejen består blandingen nu af is og en ved vejtemperaturen mættet saltopløsning. Denne blanding vil oftest opleves som sjap.

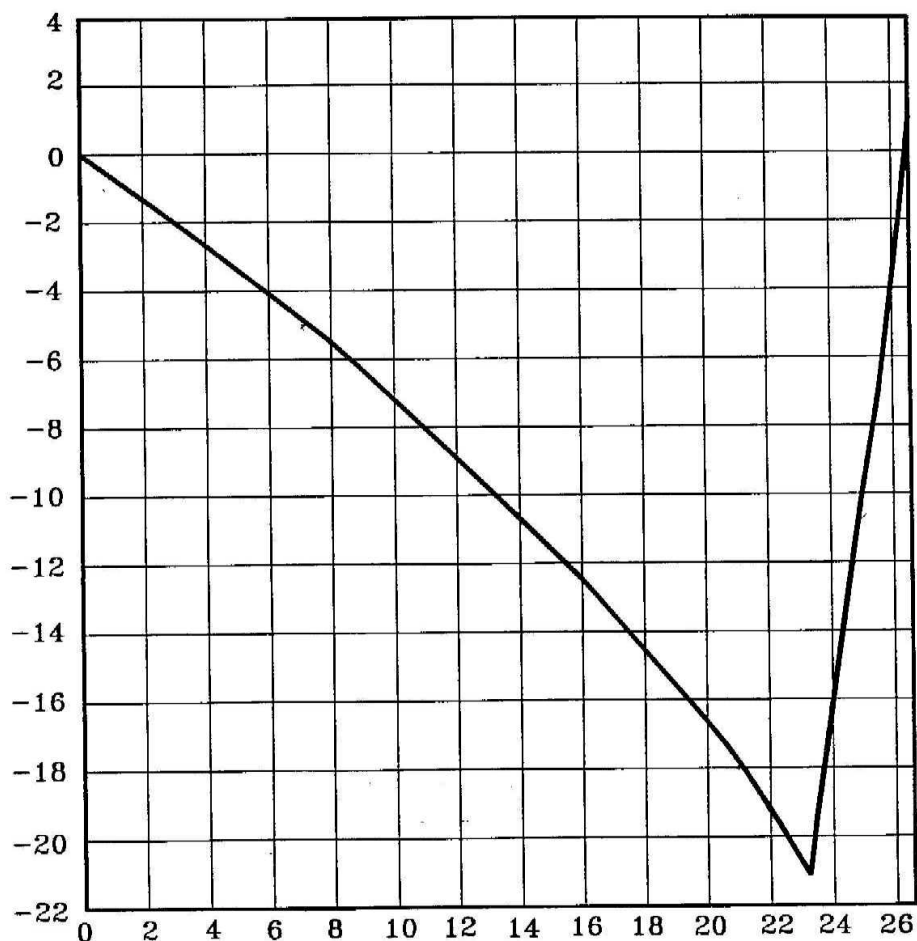
Målet med udspredning af saltlage på vejen er således at optø rim/is til væske, eller blot at optø så meget, at det løsnes fra kørebanen så trafik og/eller sneplov kan fjerne det.

Ses der alene på den del af diagrammet der er relevant ved udspredning af saltlage i temperaturer lidt under frysepunktet, fås der en nøje sammenhæng mellem saltlagens koncentration og dens frysepunkt (det punkt, hvor der ikke kan opløses mere is).

Diagrammet kan benyttes til at vise et eksempel på hvor meget rim/is der kan opløses ved udspredning af saltlage ved en given temperatur.

### ***Eksempel***

Ved vejtemperaturen  $-2,5^{\circ}\text{C}$  udspreddes der 20 ml saltlage pr.  $\text{m}^2$ . Saltlagen har en koncentration på 20vægt%. Saltlagen udspreddes på et tyndt rimlag.



Figur 5.3 – Fasediagram for NaCl – H<sub>2</sub>O system

Af diagrammet kan det aflæses at en 3,8% saltlage har sit mætningspunkt (frysepunkt) ved ca. -2,3°C. Med grundlag i de givne oplysninger kan der opstilles følgende regnestykke.

	Salt	Vand	Saltprocent
Udspredding af 20 ml/m <sup>2</sup> saltlage	4,7 g	18,8 g	20%
0,1 mm is der opløses	0 g	100 g	0%
Opløst blanding	4,7 g	118,8 g	3,8%

Et rimlag på 0,1 mm vil netop kunne opløses ved -2,3°C.

Tykkere rimlag/islag – eller tilsvarende rimlag ved lavere temperatur – vil ikke kunne opløses fuldt ud. Det må derfor antages at saltlagen – muligvis partielt – svækker rim/islaget således at bildækkene kan komme i kontakt med belægningen og den tilstedeværende blanding af is og mættet saltlage bliver presset bort gennem slidbanemønsteret.

## 5.3 Data

### Indsamling

Alle måledata er registreret af vejassistenterne Finn Engelbrecht, Kristian Hansen og Jakob Henriksen.

Registreringen er foretaget på et skema som Bilag 1.

Data er efterfølgende inddateret i en PARADOX database, hvorfra de er overført til QuatroPro og Excel regneark.

Ud over måledata er følgende data til rådighed for forsøget:

- Samlet registreret forbrug af salt på de enkelte saltpladser opgjort pr døgn.
- Registreringer fra glatførevarslingssystemet.
- Udskrift fra logbogen med oplysning om vintervagtens beslutninger uden for normal arbejdstid. I normal arbejdstid forefindes ingen registreringer. Af logbogen fremgår besluttede udkald, samt generelle oplysninger om vejr og vejtilstand.

### Rensning og redigering af data

Åbenlyse inddateringsfejl samt manglende data er søgt korrigeret ved hjælp af oplysningerne fra logbogen.

Alle tidsangivelser er sat i forhold til hinanden og til logbogens tidsangivelser for udkald. Hvor der er større tidsforskel end 30 min mellem logbog og indregistrering er tiderne kontrolleret, og det mest sandsynlige tidspunkt benyttet. Ved mindre tidsforskelle end 30 min er kontrolskemaets oplysninger accepteret.

Der er gennemført følgende større ændringer:

Registreringsdato den	11/2	Udkaldstidspunkt forskudt ca. 1 time
Registreringsdato den	2/3	Udkaldstidspunkt forskudt 1 time
Registreringsdato den	8/3	Udkaldstidspunkt 3:30 indført
Registreringsdato den	10/3	Udkaldstidspunkt forskudt ca. ½ time

Data er herefter opdelt på fejldata, snevejrdata, regnvejrdata og glatføredata. Opdelingen er foretaget på baggrund af oplysninger fra logbogen. Regnvejrdata er saltninger, hvor der er registreret regn mindre end 10 timer efter udspreddning:

- F Gruppen indeholder registreringer med tidsmæssige eller andre fejl. Denne gruppe udgår helt af undersøgelsen
- S Gruppen hvor der har været snevejr involveret. Gruppen benyttes til en beskrivelse af case stories, hvor logbogens beskrivelser og andre oplysninger sammenholdes med de målte registreringer. Disse case stories kan muligvis også danne et billede af hvorledes registrering og glatførebekæmpelse udføres i snevejr.
- R Gruppen hvor der har været regnvejr involveret. Gruppen vil normalt være karakteriseret ved at have restsalt 0 til sidst. Gruppens data er ikke vurderet, man kan vurderes individuelt ved sammenligning med restgruppen.
- G Gruppen med data fra rene glatføresituationer. Denne gruppe bliver underkastet en statistisk databehandling.

På grundlag af kendskab til den gennemsnitlige køretid fra udkald til saltning på de 4 målesteder er der for hver måling beregnet den aktuelt forløbne tid fra udspredning til måling. (Korrektion til intervallerne 2, 5 og 10 timer).

### Relative data

Alle de efterfølgende beregninger er udført på relative data, dvs. at de målte restsaltværdier er divideret med den udsprede mængde salt. Dette er gjort for at kunne betragte de forskellige fugtsaltudspredninger under et, og for at kunne sammenligne disse med lageudspredningen.

### Afhængighed af udspreningstidspunktet

Undersøgelsen af restsaltmængdens afhængighed af udspreningstidspunktet er i første omgang gennemført ved at hver måling er suppleret med en oplysning om forventet trafikintensitet, hvilket er gjort på følgende måde:

	<b>Svag</b>	<b>Let</b>	<b>Kraftig</b>
Udspretnings- tidspunkt	0:00 – 5:00	5:00 – 6:00 19:00 – 24:00	6:00 – 19:00

idet dog "Svag" og "Let" efterfølgende er slået sammen til "Normal".

I den sidste analyse er det sket ved at antal køretøjspassager mellem udspretnings- og måletidspunkt er beregnet på grundlag af tidligere målte vinterdøgnkurver for trafikken.

## 5.4 Analyser på restsalt

### Modeller for nedbrydning af salt på kørebanen

Der er benyttet tre forskellige modeller til at analysere hvilke parametre der har indflydelse på nedbrydningen af restsaltkoncentrationen på kørebanen.

1. En lineær variansanalyse på middelværdien af de 12 restsaltmålinger pr. vej, hvor det er taget som udgangspunkt at forholdene på de to målesteder på vej 206 og 714 er ens
2. En analyse af restsaltens fordeling på tværs af vejen
3. En regressionsanalyse for restsaltens nedbrydning over tid for hver af de 4 veje
4. En lineær variansanalyse, hvor der bl.a. analyseres mod trafikintensiteten i stedet for mod tiden.

#### 5.4.1 Model for saltnedbrydning, primært som funktion af tid

Der er for data fra glatføresituationerne (G) gennemført en lineær variansanalyse af restsaltmålingerne fra vej 206 og 714. Analysen er baseret på middelværdien af de 12 saltstokmålinger, der er udført ved hvert målested. Data er samlet i målesæt, omfattende alle de målinger der hører til en enkelt udspreddning.

I analysen er der testet for afhængighed af følgende parametre:

- Den enkelte glatføresituation
- salttype dvs. saltlage hhv. fugtsalt
- måletidspunkt dvs. 2 hhv. 5 eller 10 timers målingen
- forskellighed i den tidsmæssige nedbrydningen af hhv. fugtsalt og saltlage
- trafikintensitet, dvs. udspreddning indenfor eller udenfor myldretiden
- forskellighed i nedbrydning af hhv. fugtsalt og saltlage, afhængig af udspreddningens trafikintensitet.

Denne analyse viser en korrelationsfaktor  $r^2 = 80\%$  i forhold til den opstillede model, samt en sikker afhængighed af udspreddningsmetode og måletidspunkt. Analysen viste også at der ikke med sikkerhed kunne påvises en forskel i nedbrydningen af saltlage for de to udspreddningsmetoder.

Antages der at være forskel på nedbrydningshastigheden for de 2 udspreddningsmetoder vil den være størst for saltlage. Dette kan skyldes at

nedbrydningen er additiv og derfor relativt størst ved de mindste saltmængder.

Opstilles der en model, hvor restsaltmængden sættes som lineær funktion af:

- Udspreddingssituationen
- Udspreddingsmetoden (fugtsalt eller saltlage)
- Måletidspunktet
- Trafikintensiteten ved udspreddingen

kan man få følgende gennemsnitlige relative restsaltmængder, hvor den relative værdi er fundet i forhold til den udspreddte mængde.

Vejnr.	Normal trafik ved udspredding			Myldretidstrafik ved udspredding		
	2 timer	5 timer	10 timer	2 timer	5 timer	10 timer
206	0,87	0,70	0,52	0,78	0,61	0,42
714	0,69	0,52	0,34	0,60	0,43	0,24

Tabel 5.4 – Den estimerede gennemsnitlige relative restsaltmængde

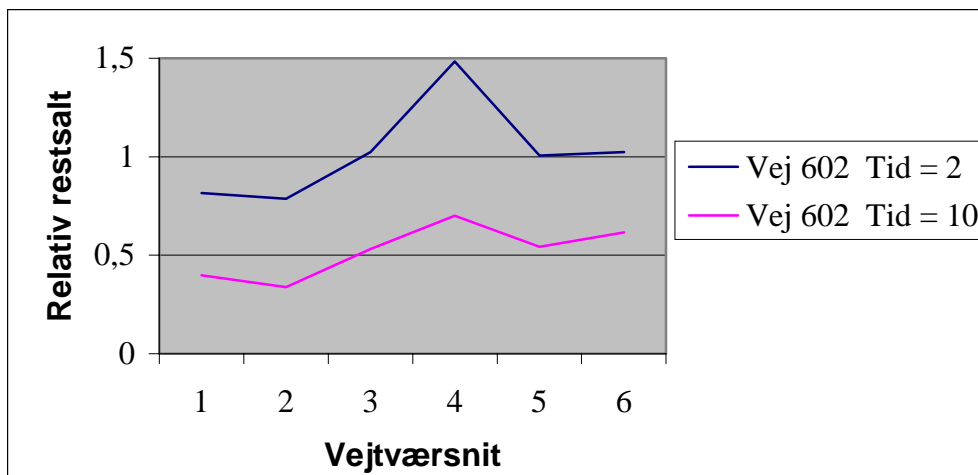
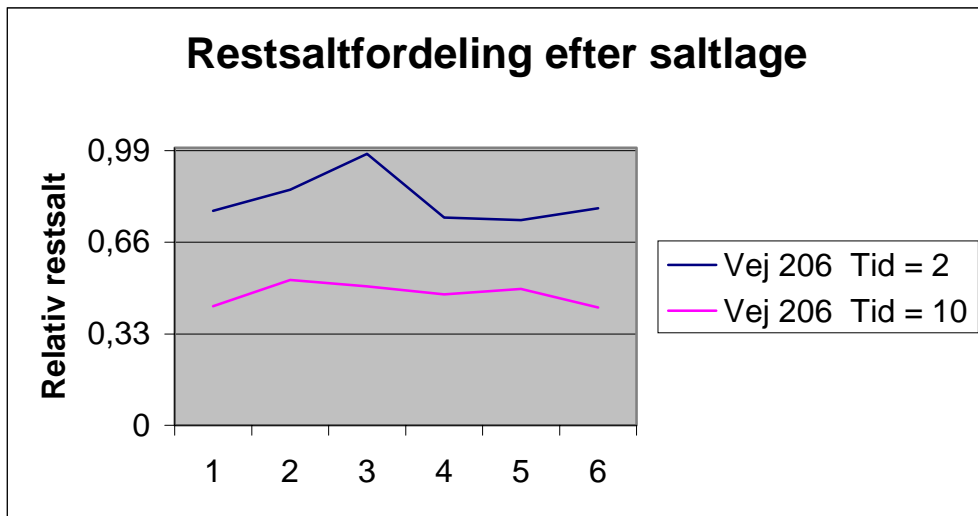
Som et fælles skøn kan heraf ses at den relative restsaltmængden efter udspreddt fugtsalt er 18% mindre end efter udspreddt saltlage. På baggrund af de beregnede standardafvigelser kan denne forskel betragtes som en sikker værdi beliggende i intervallet mellem 13 og 23%.

Forskellen begrundet i "Normal trafik" hhv. "Myldretidstrafik" mellem udspreddingssituationerne kan opgøres til 9%. Dvs. at forårsaget af myldretidstrafikken spildes 9% af den udspreddte saltmængde. Dette spild kan tilsvarende opgøres til at ligge i intervallet mellem -3% og 21%, og kan således **ikke** betragtes som et sikkert resultat.

#### 5.4.2 Fordeling af saltlage

For at påvise forskelle i restsaltfordelingen på tværs af vejen beregnes for hvert måletidspunkt middelværdi og spredning for alle målinger beliggende på samme sted i tværsnittet.

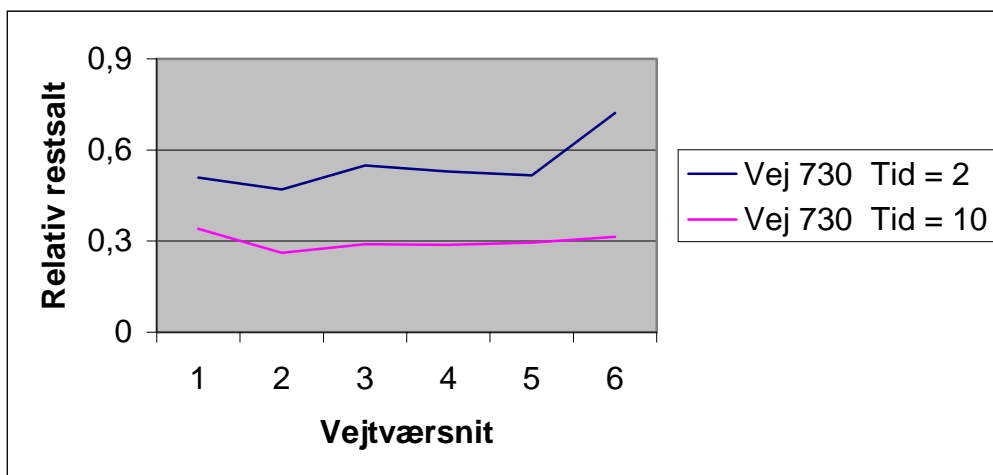
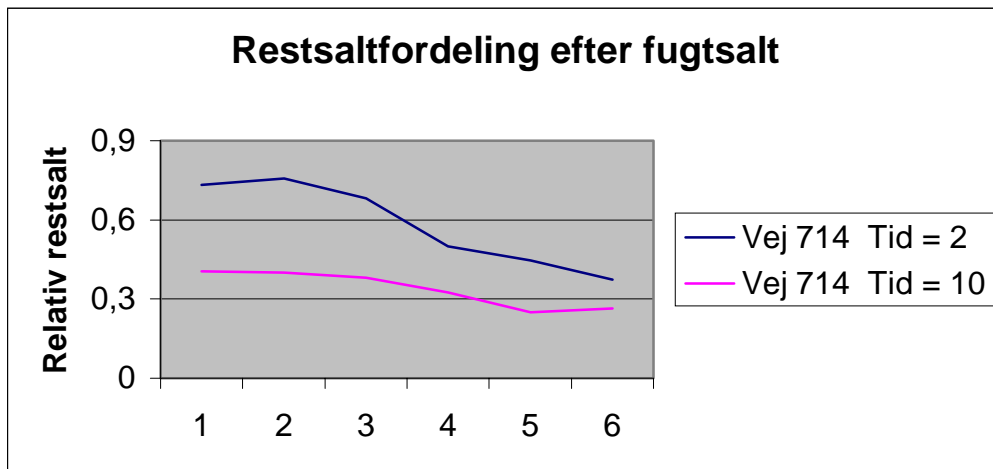
Der er i denne forbindelse gennemført en ændring af nummereringen, således at nr. 1-6 viser vejen fra venstre mod højre, set i stationeringsretningen.



Figur 5.4 – Fordeling af saltlage på tværs af vejen efter 2 hhv. 10 timer.

Restsaltfordelingen efter udspredning af saltlage viser for begge saltlagespredere et toppunkt omkring vejmidte. Kurven udflades i tiden fra 2-10 timer efter udspredningen, men der er ikke meget der tyder på en tværgående flytning af saltlagen mellem målepunkterne.

Toppunkterne og de høje værdier på vej 602 kan evt. forklares ved saltspreders konstruktion, hvor tilpasning til vejbredden sker ved at dreje sidedysehoderen. Dette indebærer at der kan ske en overlappning af spredemængden ved vejmidten, og at der ved en smallere vej vil ske en samlet overdosering, som beskrevet i pkt. 5.1.



Figur 5.5 – Fordeling af fugtsalt på tværs af vejen efter 2 hhv. 10 timer.

Tværfordelingen efter fugtsalt viser for hver spreder et karakteristisk billede. På vej 714 en meget skæv fordeling, lavest i vejens højre side, og på vej 730 en mere jævn fordeling, men højest i højre side.

Årsagen til dette kan ligge i justeringen i spreders tallerken.

Der kunne ved brug af fugtsalt være tegn på en større tværgående fordeling af saltet i tværretningen. Spredningen på de indgåede data er så stor, at ingen af ovennævnte påstande kan tages som statistisk bevist, men alene som tendenser på et spredbillede og et nedbrydningsbillede for den enkelte spreder.

Konklusionen herpå er at hver enkelt saltspreder, uanset om det er en fugtsaltspreder eller en lagespreder skal kontrolleres for sit spredbillede fx



én gang om året eller efter evt. skader, hvorimod der næppe er behov for en regelmæssig kontrol, idet de til forsøget benyttede spredere viser rimelig ensartethed over tid, men med hver sit spredbillede.

### **5.4.3 Nedbrydning af saltlagen på kørebanen**

Restsaltet nedbrydes over tid ved enten at løbe af kørebanen, eller ved at blive fjernet med vindtrykket fra de passerende biler. Ligesom ved den første model for saltnedbrydning, skal det her, ved behandling af data i adskilte grupper undersøges om der kan opstilles en funktion for nedbrydningens afhængighed af tid og udspretningsmetode.

#### ***Vurdering af data***

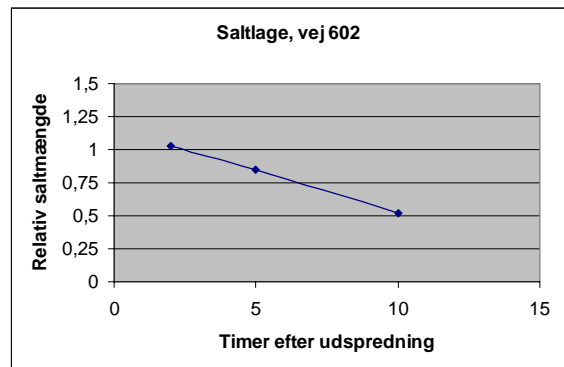
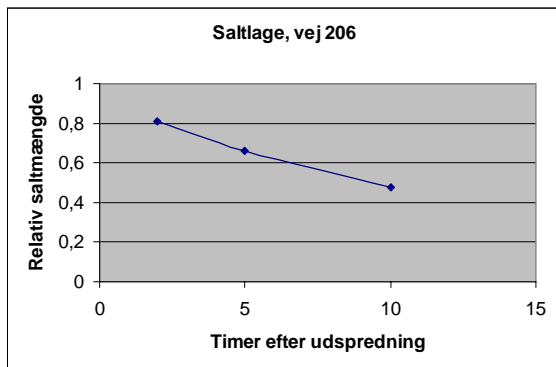
Der gøres den antagelse at middelværdien for restsaltmængden i et tværsnit er et tilfredsstillende udtryk for tværsnittets restsaltmængde. Såfremt målingen kun registrerer den udsprede mængde, og ikke samtidig registrerer en restsaltmængde fra en tidligere udspretning, antages de relative restsaltmængder at være normalfordelte.

Ved betragtning af målingerne på saltlagestrækningerne findes en skæv normalfordeling, hvorfor der fjernes lige netop så mange af de højeste registreringer, at 2-timers målingerne kan betragtes som normalfordelte. De tilsvarende målinger fjernes fra strækningen med fugtsaltspretning. På dette grundlag er der fjernet 4 udspretningssituationer fra vej 206 og 714 og tre situationer fra vej 602 og 730.

Både enkeltmålingerne og tværsnitsmidlerne har en ret stor spredning. For tværsnitsmidlerne ligger den på 15-50%, alt afhængig af den målte restsaltmængde. Dette hænger sammen med at usikkerheden på både udspretningen og saltstokmålingen er ganske stor. Aflæsningsnøjagtigheden  $\pm 0,5$  på måleværdier hyppigt under 5, kombineret med øvrig målenøjagtighed og variation i udspretningen fører hurtigt frem til ovennævnte spredning som acceptabel.

#### ***Spredning af saltlage***

Udføres der efterfølgende på de regulerede data en lineær eller eksponentiel regressions analyse fås følgende kurver og ligninger. (Grafen og den eksponentielle regression er baseret på middelværdierne, hvorimod den lineære regression er baseret på alle målinger og intervallerne hhv. den sande tidsforskydning mellem udspretning og måling.)



Figur 5. 6 – Regressionskurver for saltlage.

Regressionskurven for vej 206 kan tilnærmes med følgende formler:

$$Y = 0,88 - 0,042 * X \text{ intervaltid}$$

$$Y = 0,86 - 0,042 * X \text{ sand tid}$$

$$Y = 0,92 * 0,92^X \text{ intervaltid}$$

hvor X er tiden efter udspreddning i timer.

Dette resultat kan tolkes som om at i størrelsesordenen 90% af den udsprede lage havner på kørebanen. (I denne fortolkning er det forudsat at udspreddingen har været nøjagtigt 20 ml/m<sup>2</sup> med 4,6 g NaCl, og at alene målinger med restsalt der stammer fra mere end én udspreddning er blevet udelukket).

Regressionskurven for vej 602 kan tilnærmes med følgende formler:

$$Y = 1,15 - 0,063 * X \text{ intervaltid}$$

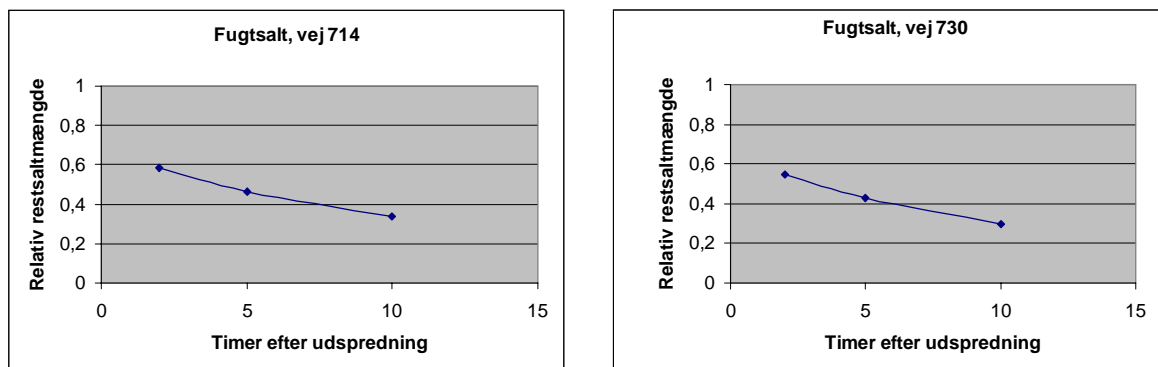
$$Y = 1,13 - 0,060 * X \text{ sand tid}$$

$$Y = 1,24 * 0,91^X \text{ intervaltid}$$

Alle kurverne for vej 602 skærer Y-aksen over værdien 1,0 hvilket kan betyde, at der er spredt mere saltlage end 20 ml/m<sup>2</sup>. Multipliceres de sidstnævnte kurver med <sup>3</sup>/<sub>4</sub>, fås en god overensstemmelse mellem de 2 kurvesæt, og et udtryk for at nedbrydningen af saltlage på de 2 veje forløber ens, idet dog den udsprede mængde på vej 602 har været for stor. Dette kan forklares ved, at vej 602 er smallere end vej 206, men at der er udspreddt samme mængder pr. vejlængde. Jf. efterfølgende afsnit 5.4.4 kan forskellen i trafikintensiteten også spille ind på forskellen i restsaltmængde.

## Fugtsaltpredning

For fugtsaltpredningen kan gennemføres samme undersøgelse



Figur 5.7 – Regressionskurver for fugtsalt

For vej 714 har regressionskurven ligningerne:

$$Y = 0,63 - 0,030 * X, \text{ intervaltid}$$

$$Y = 0,58 - 0,018 * X, \text{ sand tid}$$

$$Y = 0,63 * 0,93^X, \text{ intervaltid}$$

For vej 730 har regressionskurven ligningerne:

$$Y = 0,60 - 0,031 * X, \text{ intervaltid}$$

$$Y = 0,57 - 0,031 * X, \text{ sand tid}$$

$$Y = 0,64 * 0,91^X, \text{ intervaltid}$$

Nedbrydningskurverne viser efter multiplikation med 1½ rimelig overensstemmelse med henfaldet målt på vej 714.

Konklusionen herpå er at nedbrydningen, fra det øjeblik fugtsalten er opløst til saltlage – hvilket kan regnes at ske inden for de første 2 timer – foregår på samme måde som efter udspreddning af saltlage. Dette er samme tendens, som blev fundet under den generelle variansanalyse.

I tiden indtil da reduceres saltmængden, således at kun mellem 57-65 % af det udsprede fugtsalt kommer til nytte på vejene. Resten forsvinder formentlig direkte i rabatten eller grøften. Denne konklusion bygger dog på, at de to spredere udspreder de fastlagte mængder, hvilket anses for at være troværdigt, da de næppe begge ville have samme indstillingsfejl.

I den generelle variansanalyse fandtes, når nedbrydningen blev antaget for ens ved både fugtsalt og saltlage, en forskel på 18% ( $\pm 6\%$ ) mellem restsaltmængderne.

Ved sammenligning mellem regressionsligningerne findes en forskel i nedbrydningen mellem saltlage og fugtsalt, selvom dette er en usikker antagelse. Ved denne metode findes forskellen til ca. 28% ( $\pm 15\%$ ).

Forskellen mellem disse resultater er mindre end de beregnede usikkerheder.

#### **5.4.4 Model for saltnedbrydning, som funktion af trafikintensiteten.**

I denne analyse undersøges restsaltkoncentrationen på alle 4 veje, i afhængighed af de målte parametre. Foranlediget af de høje restsaltmængder på vej 602 er det dog besluttet at justere den udsprede mængde salt med 20%, svarende til at spredbredden kun har været ca. 5 m.

#### ***Forskel mellem spredertyper***

Med henblik på at finde forskelle mellem de 2 udspretningsmetoder opsættes en lineær variansanalyse med følgende variable: spredertype, trafikintensitet, vejtilstand, skydække og vejr, samt vekselvirkning mellem de tre sidstnævnte. Denne analyse viser vekselvirkning mellem vejtilstand og skydække og mellem vejtilstand og vejr. Da den samtidig viser at skydække, vejr og vejtilstand ikke har nogen betydende indflydelse, gentages analysen, men alene med spredertype og trafikintensitet som variable.

Analysen viser – med over 99% signifikans – at forskellen mellem de to udspretningsstyper ikke er tilfældig. Den viser samtidig at spredning med saltlage giver det højeste relative restsaltniveau på vejen, med en forskel på ca. 20pct-point.

På grund af den sikre forskel mellem udspretningsstyperne gennemføres efterfølgende analyser for hver vej og spredertype for sig.

#### ***Trafikafhængighed***

På grund af de reelle trafiktal for de fire målesteder opsættes for hver vej en akkumuleret funktion over bilpassager, i afhængighed af starttidspunktet.

Da den tidligere undersøgelse har vist at der ikke er vekselvirkning mellem trafikintensiteten og de øvrige parametre benyttes følgende model:

$$\text{Relativ restsalt (relsal)} = \mu + \text{trafikintensiteten (TI)} + E$$

Der giver følgende statistiske resultat:

Vej	Variationsbeskrivelse [%]	Signifikansniveau (Pr> F)
206	16,9	<0,0001
602	0,8	0,57
714	18,1	<0,0001
730	0,2	0,75

Table 5.5 – Variationsforklaring og signifikansniveau for TI's virkning på rejsal.

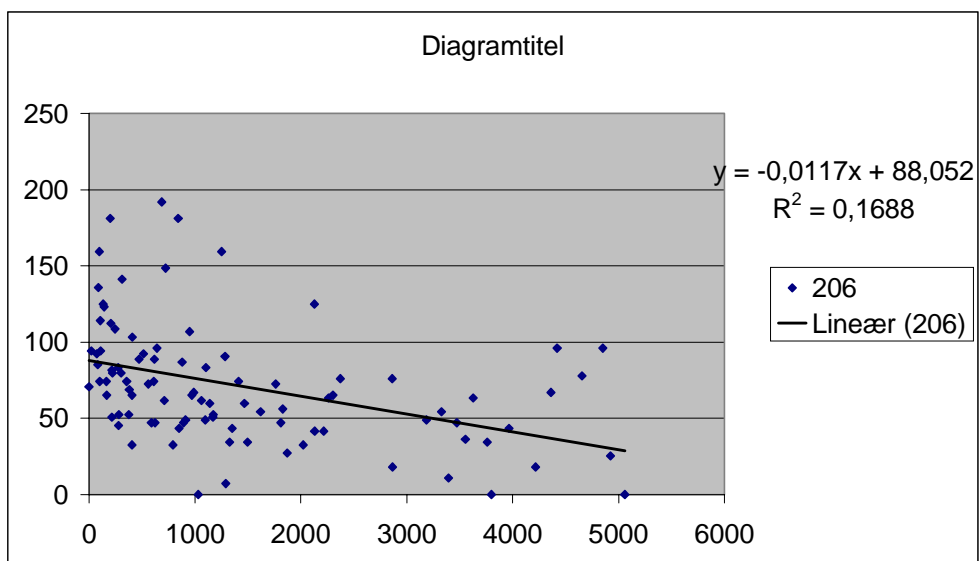
Det ses således at for vej 206 og 714 opnås en forklaringsgrad på trafikafhængigheden på 17-18%, hvilket er den bedst forklarende enkeltfaktor (bortset fra Case, der i den første analyse beskrev udspretningsituationen). Der er derimod ingen forklaring på restsaltmængderne på vej 602 og 730.

Denne forskel kan muligvis tolkes på følgende måde:

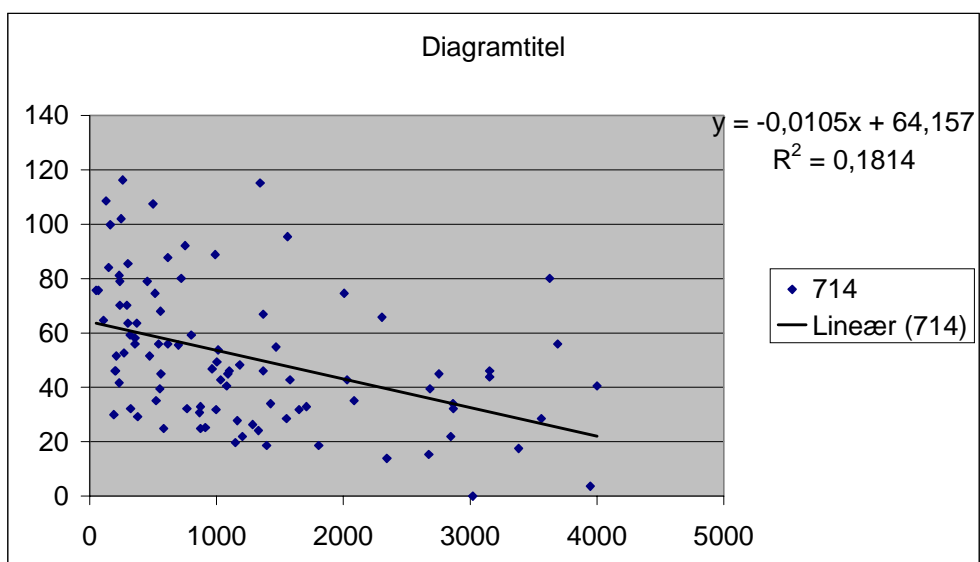
1. Trafikintensitetens sammenhæng med forskel i restsaltmængde over tid er ikke lineær. Kun forholdsvis høje trafikintensiteter har en virkning på udviklingen i restsaltmængde, mens der ved lave trafikintensiteter spiller andre faktorer ind.
2. Datagrundlaget for de tyndt trafikerede veje er mindre og med relativt mange outliers (data der er påvirket af en tidligere saltning og har værdier væsentligt over 100%).

På de følgende kurver, ses restsaltmålingerne som funktion af antal køretøjspassager. Værdier væsentligt over 100% er udtryk for at der er restsalt på kørebanen fra en tidligere saltning (outliers).

Som funktion af trafikintensiteten ses restsaltmængden umiddelbart efter udspretningen at være ca. 88% for saltlage men kun 64% for fugtsalt.



Figur 5.8– Nedbrydningskurve for saltlage som funktion af trafikintensiteten



Figur 5.9 – Nedbrydningskurve for fugtsalt som funktion af trafikintensiteten

### Trafikbelastningsindeks

Inden for de fastlagte måletidspunkter udsættes hver vej for en forskellig belastning fra trafikken. På grund af den viste retlinede afhængighed mellem restsaltmængde og trafikintensitet, kan man indføre en justering af restsaltmængderne der tager højde for trafikbelastningen.

Der defineres et trafikbelastningsindeks TBI, hvor

$$TBI = \text{middel}(TB)_{\text{vej}} / \text{middel}(TB)_{\text{total}}, \text{ og}$$

$\text{middel}(TB) = \text{gennemsnittet af trafikbelastningen over 1 døgn.}$

Ved at multiplicere de relative restsaltmængder med TBI sker der en lineær forskydning af det enkelte kurveforløb.

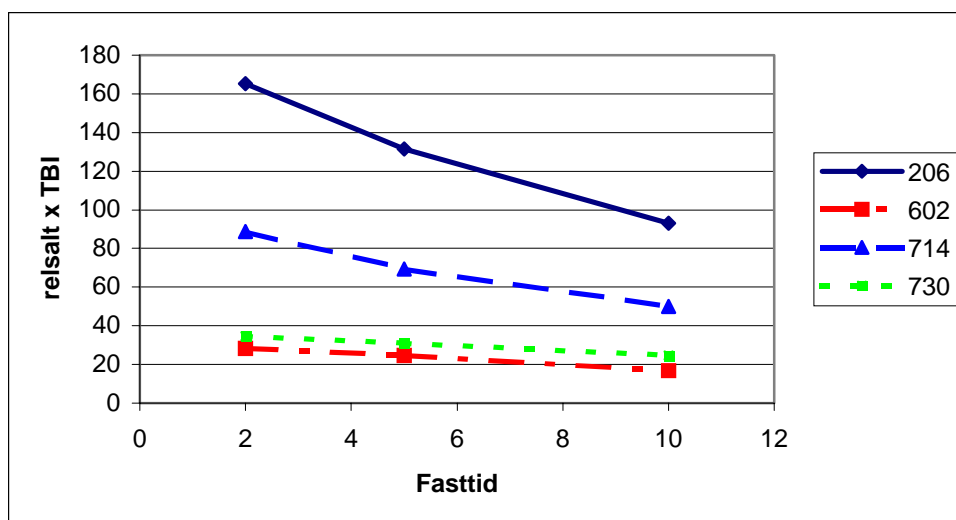
Vej	206	602	714	730
Middel(TB) <sub>ve</sub>	289	44	213	79
TBI	1,85	0,28	1,36	0,51

Tabel 5.6 – Trafikbelastningsindex for de 4 veje.

Korrigeret for trafikbelastningsindeks ses der for vej 206 og 714, dvs. vejene med en væsentlig trafik, en ganske stor forskel på restsaltmængderne fra saltlage og fugtsalt, afbildet som funktion af tiden. Det tilsvarende billede ses ikke for vej 602 og 730.

Der kan heraf sluttes at med lille trafikal påvirkning er nedbrydningen af saltlage og fugtsalt meget ensartet. Ved en ÅDT på omkring 5-7.000 er der en tydelig og signifikant forskel ved hver måling, hvilket dokumenteres ved en analyse af modellen

$$\text{relativ restsalt} * TBI = \text{vej}(\text{fasttid}).$$



Figur 5.10 – Regressionslinier for restsalt\*TBI som funktion af tiden

## 5.5 Snesituationer

### Case Stories

Alle data fra snesituationerne (S) på vej 206 og 714 er blevet sammenholdt med udskrifter fra logbog samt udskrifter fra glatførevarslingssystemet. På dette grundlag er der skrevet en case story for hver af følgende snevejrssituationer:

Snevejrskdage	Fugtsaltpredning	Lagespredning
24.-25. november	1 á 10 g/m <sup>2</sup> og 5 á 15 g/m <sup>2</sup>	6 á 20 ml/m <sup>2</sup> (evt. 1 som fugtsalt)
4.-7. december	3 á 10 g/m <sup>2</sup> og 12 á 15 g/m <sup>2</sup>	17 á 20 ml/m <sup>2</sup> (evt. 1-3 som fugtsalt)
8.-9. januar	2 á 10-15 g/m <sup>2</sup>	2 á 20 ml/m <sup>2</sup>
10.-11. januar	1 á 10 g/m <sup>2</sup> og 6-7 á 15 g/m <sup>2</sup>	7-8 á 20 ml/m <sup>2</sup>
5. februar	1 á 10 g/m <sup>2</sup>	1 á 20 ml/m <sup>2</sup>
7. februar	3 á 15 g/m <sup>2</sup>	3 á 20 ml/m <sup>2</sup>
8. februar	1 á 15 g/m <sup>2</sup>	2 á 20 ml/m <sup>2</sup>
10.-12. februar	1 á 10 g/m <sup>2</sup> og 5 á 15 g/m <sup>2</sup>	11 á 20 ml/m <sup>2</sup>
16.-17. februar	2 á 10 g/m <sup>2</sup> og 4 á 15 g/m <sup>2</sup>	6-7 á 20 ml/m <sup>2</sup>
22.-23. februar	2 á 15 g/m <sup>2</sup>	2 á 20 ml/m <sup>2</sup>
24. februar	1 á 10 g/m <sup>2</sup>	1 á 20 ml/m <sup>2</sup>
2. marts	1 á 15 g/m <sup>2</sup>	1 á 20 ml/m <sup>2</sup>
10-11 marts	1 á 10 g/m <sup>2</sup>	1 á 20 ml/m <sup>2</sup>

Tabel 5.7 – Gennemført saltpredning

I disse situationer er det vurderet hvor mange saltninger der er udført med fugtsalt hhv. saltlage.

Som det kan ses af tallene, og af de til snevejrssituationerne beskrevne "historier" kan der være usikkerhed om hvad der foregår under ud kaldene. Dels kan det være usikkert hvor mange gange der i alt er spredt, men også om der har været spredt fugtsalt på lageruten (vej 206), eller om der er kørt dobbeltture på lageruten.

Alle antagelser om dette er gætverk, der er sket på grundlag af restsaltkurven, saltforbruget, og det registrerede antal kørte ture.



### **Risiko og tilstrækkelighed ved spredning med saltlage**

Ved gennemlæsning af logbogen og ved at sammenholde den med de målte restsaltmængder er det forsøgt at danne et billede af hver eneste snesituation. Hensigten hermed har været at finde ud af om spredning af luge i snevejr har betydet et dårligere resultat eller farligere situationer end udspredning af fugtsalt.

Desværre er der ikke i logbogen skrevet meget om problemer pga. vejret eller saltningen. Der er hyppigst problemer på motorvejen, men det kan skyldes den meget større trafik og betydning den har. Der kan findes notater om vejene på Ærø og på Langeland, men ikke i et omfang, der giver tegn på at saltning med saltlage skulle have givet farligere situationer end fugtsalt.

Ved de første saltninger i november og december kan man få mistanke om at der er benyttet fugtsalt også på lageruten. Det er en mistanke, der bestyrkes af forsøgsdeltagerne, og kan skyldes angsten for at ren saltlage skulle give farlige situationer.

I samme periode er det prøvet at køre 2 gange med saltlage umiddelbart efter hinanden. Dette gav et fint resultat, og kan være fulgt op senere i snesituationerne ved at der – uden tydelig registrering – er kørt dobbelt med saltlage nogle gange.

I februar måned er der også tegn på at der kan være spredt 2 gange saltlage for én gang fugtsalt.

Der har været enkelte forsøg med at sprede 40 ml/m<sup>2</sup> saltlage, ved at sprede 2\*20 ml/m<sup>2</sup> umiddelbart efter hinanden. Disse forsøg har været så positive, at der er tegn på at der i nogle snesituationer har været spredt 2 gange saltlage på vej 206, hvor vej 714 har fået spredt 1 gang fugtsalt.

Det må derfor på det foreliggende (lidt tynde) grundlag konkluderes at spredning af saltlage ikke har givet anledning til farlige situationer. Det kan være fordi disse situationer ikke er blevet registreret, eller det kan være fordi der er grebet så hurtigt ind med ekstra saltlagespredning at de ikke har fået lov til at udvikle sig. Det er forståeligt, at man i de første situationer har ønsket at gardere sig mod unødigt risiko og har valgt at sprede fugtsalt i stedet for saltlage, men med de indsamlede resultater burde det ikke være nødvendigt.

## **5.6 Vinteren på Ærø**

## **6. FORSØGETS FORTSÆTTELSE**

### **6.1 Spredemængder og antal udspreddinger**

Ved fortsættelse af forsøget, bør der ske en aktiv registrering af hvor mange gange, og hvornår der under udkald er sket saltning, samt hvor meget salt – og hvilken salttype – der er udspreddt. Undersøgelsen af den forgangne vinters registreringer viser at den generelle logbogs registrering og registrering af forbrugte saltmængder ikke er i overensstemmelse med hinanden, og formentlig begge er ufuldkomne.

Den forsøgsansvarlige bør umiddelbart efter at snevejrssituationen er afsluttet opsamle alle registreringsdata fra saltspreddningen, og såfremt de er ufuldkomne supplere disse med viden fra de deltagende parter.

### **6.2 Målemetoder**

Ved forsøgets fortsættelse bør der fokuseres mere på vejtilstanden i snevejrssituationer end på restsaltmålinger i almindelige glatføresituationer, selvom sidstnævnte ikke behøver at blive totalt droppet.

Der bør registreres vejtilstand ved udspreddningen, og med korte intervaller herefter, på såvel saltlage- som på fugtsaltstrækninger. Dette burde måske gennemføres hhv.  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 4 og 6 timer efter udspreddningen, dog maksimalt indtil normalt føre indtræffer. Det bør gøres gennem hele snesituationen, hver gang der har været spredt salt/saltlage, idet det er på disse tidspunkter at eventuelle farlige situationer kan opstå, men også de tidspunkter hvor virkningen skal være størst.

Vejtilstanden kan formentlig bedst bedømmes med en håndskraber af stål eller med en kost, hvor der skrubes/fejtes en stribe på tværs af en kørebane.

Måleværdierne kan være:

- Våd kørebane
- Frosttør kørebane
- Omfang af fastkørt sne > 10% JA/Nej

Målemetoden skal beskrives, så det gøres muligt at udføre målingen ensartet hver gang.

### **6.3 Trafikkens indflydelse**

Forårsaget af at undersøgelserne viser en stor forskel mellem restsaltmængden efter udspreddning af saltlage og fugtsalt ved en trafikintensitet på 5-7.000 ÅDT, hvorimod der ikke kan konstateres en sikker forskel på restsaltmængden på svagt trafikerede veje kan det anbefales at undersøge om denne tendens er rigtig, ved at måle på veje med endnu større trafik, som fx på motorvejene.

## **7. LITTERATURHENVISNINGER**

Ingen

## **8. Bilag**

- 1 Registreringsskema
- 2 Data fra saltstokmålingerne
- 3 Analyse af saltdata, Henrik Spliid, December 1999
- 4 Indledende overvejelser over restsaltmængdernes afhængighed af de målte parametre, Thomas Glue, marts 2000
- 5 Restsaltmængdernes afhængighed af trafikken, Thomas Glue, marts 2000.