

# Turbulensens betydning for spredning af salt

Turbulens bag en lastbil blæser salt rundt på og væk fra vejen modsat saltlage, som når det først er på vejen ikke flyttes så let. Desværre kan turbulens også flytte op til 40% af saltlagen væk fra området bag lastbilen, før det er på vejen. Spreaderens ujævne dosering af salt er et andet problem, som betyder, at der skal indstilles højere dosering end nødvendigt. Begge problemer kan fjernes, hvorved nødvendig dosering kan halveres!



Af Jens Kristian Fønnesbech,  
AIBAN Vinterservice  
jfk@aiban.dk

## Undgå saltforurening

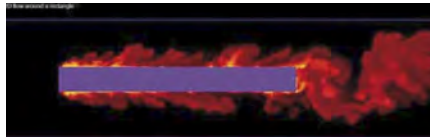
For at sikre saltets virkning skal der være nok salt, men heller ikke mere! Husk salt forurenere, og for meget salt efterlader en dybfrossen vej, idet der er brugt varme til at smelte sne eller is!

I [1] vises, at centrifugalspredere skal udsprede 4 gange nødvendig mængde, for at der er salt nok på 98% af kørebanesporerne! Og så er der ikke taget hensyn til, at halvdelen af saltet fjernes fra vejen af trafikken i løbet af få timer.

Med spredning af saltlage med dyser er præcisionen blevet langt større, og saltet/lagen bliver på vejen i meget lang tid efter spredning, med mindre regn skyller det væk. Men turbulens bag lastbilen og spreaderens ujævne dosering kræver stadig ca.



Figur 1. Eksempler på synlig fordeling af salt efter en passage af en saltbil.



Figur 2. Simuleret luftbevægelse rundt om et rektangel.

dobbelt dosering af det, der reelt er brug for. Denne artikel viser, hvordan disse problemer kan fjernes.

## Turbulens

I reference [2] er vist nogle glimrende billeder af turbulens og dens betydning, se figur 1, figur 2 og figur 3.

Problemet er velkendt, men det har ikke tidligere været muligt at kvantificere og dermed anviser løsninger, som kunne minimere skadevirkningerne.

Første lille idé om problemets omfang stammer fra en test på en parkeringsplads i Bundesland Nordrhein-Westfalen. Maskinen, der blev testet, var en saltlagespredere fra Epoke. Spredningen, der blev udført, var 11 m symmetrisk. 3 m bag lastbilen spredtes med viftedysere, og 4 m til hver side spredtes med stråledysere. Det betød, at saltlagen bag lastbilen var forstøvet. Resultatet ses i figur 4.

Middelmålt saltmængde bag lastbilen (3,75 m) var 4,2 gram salt/m<sup>2</sup>, og middelmålt saltmængde på begge sider af lastbilen var 5,7 gram salt/m<sup>2</sup>.

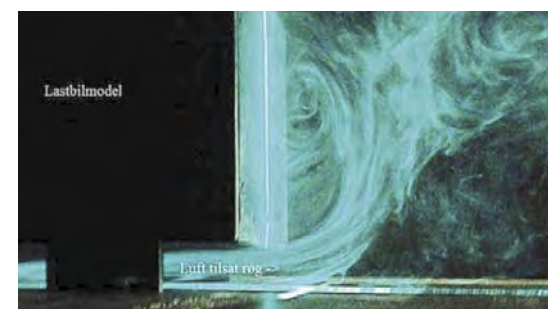
Gennembruddet i forståelsen af proble-

met kom i spredningsundersøgelser i oktober 2016 i Kerteminde kommune. Kommunen havde købt to 12,5 m<sup>3</sup> saltlagespredere med stråledysere. Baseret på erfaringer fra tidligere målinger i Middelfart kommune blev dyserne indstillet til at ramme asfalten så tæt på spredebommen som muligt for at minimere sidevindspåvirkningen. Aktuelt blev afstanden mellem 1,2 m og 1,4 m bag spredebommen. Det betød, at strålerne blev forstøvet i den lodrette turbulens zone! se figur 3.

Resultatet for en 3 m spredning var bemærkelsesværdigt. Kun 50 % af det genfundne salt var placeret som planlagt inden for de 3 m, og bemærk at noget af saltet til højre ikke er genfundet, fordi det ligger i rabatten, se figur 5.

Den tilsvarende måling fra Middelfart kommune, hvor 80% af saltet blev genfundet inden for de 3 m, ses i figur 6.

Når ca 40% af saltet bliver flyttet ud ved siden af lastbilen, skal doseringen øges 66% bag lastbilen.



Figur 3. Luftbevægelse i centerplanet bag en lastbil.



Figur 4. Salt spredning 11 m, hvide dyser bag lastbilen og stråle dyser til begge sider.

## Doseringsvariationer

I de spredningsmålinger, der blev udført oktober 2016 for Kerteminde kommune, observeredes et andet problem. For at have en god indikation af, hvor godt sprederen kunne sprede saltet, målte på 10 forskellige indstillinger. En af de parametre, vi beregnede, var, hvor meget salt der totalt blev genfundet på vejen, se tabel 1.

Totalt blev genfundet 104% af de indstillede doseringer. Standardafvigelsen på de enkelte målinger var 42% i forhold til det indstillede. Hvis der i stedet for indstillet dosering benyttedes beregnet udlagt i henhold til dataopsamling, blev standardafvigelsen på de enkelte målinger kun 34%. Resultatet viser et tydeligt problem stammende fra den måde maskinen doserer på.

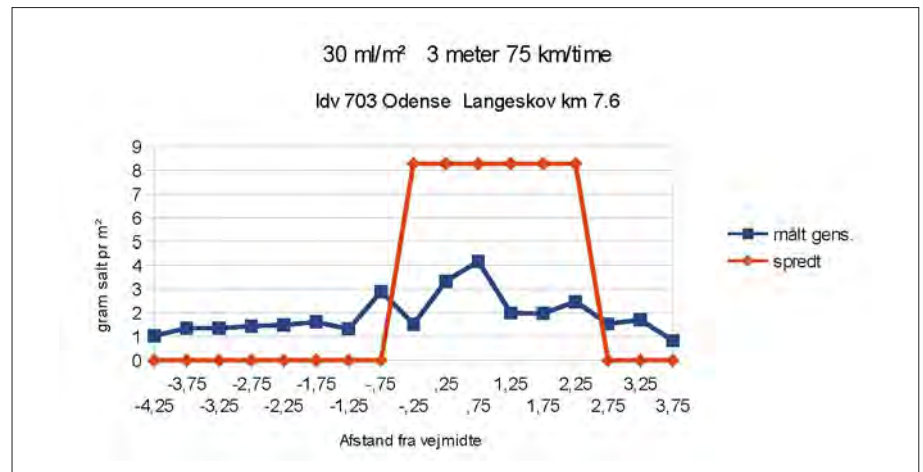
Efterfølgende gennemregnedes dataopsamlingen fra en rute, hvor 120 km veje var blevet saltet. Fra dataopsamlingen blev udvalgt data, hvor yderligere 100 m var blevet saltet med samme indstilling. Derefter blev for de enkelte strækninger beregnet, hvor mange % det aktuelle forbrug af

saltlagte afveg fra den indstillede dosering. Standardafvigelsen blev på 12,5%. Blot denne afvigelse betyder, at der skal overdoseres 25% for at sikre, at 95% af vejene får nok salt.

## Forebyggelse af problemerne

Brug tildelingskriteriet økonomisk mest fordelagtige tilbud ved indkøb af nye spredere. For uddybning se bilag 2 i reference [4]. Vægt spredningsnøjagtighed med 30% og doseringsnøjagtighed med 20% af tildelingskriteriet. Tilbudsgiver angiver selv, om kravene til sprednings- og doseringsnøjagtighed kan opfyldes. Sammenligningspris ved licitation kan med alt opfyldt derved reduceres til 50%, men en forkert oplyst kravopfyldelse skal senere tilbagebetales med en faktor 2.

Opfyldelse af kravene måles efter leveringen på en vej med årsgogntrafik over 2000. Der måles på 10 indstillinger, hvor både bredde og dosering varierer. Målingen udføres med SOBO20 se f.eks. <http://aiban.dk/Sobo20%20spredningmaalinger/EpokeSpratronicSpredere.pdf>



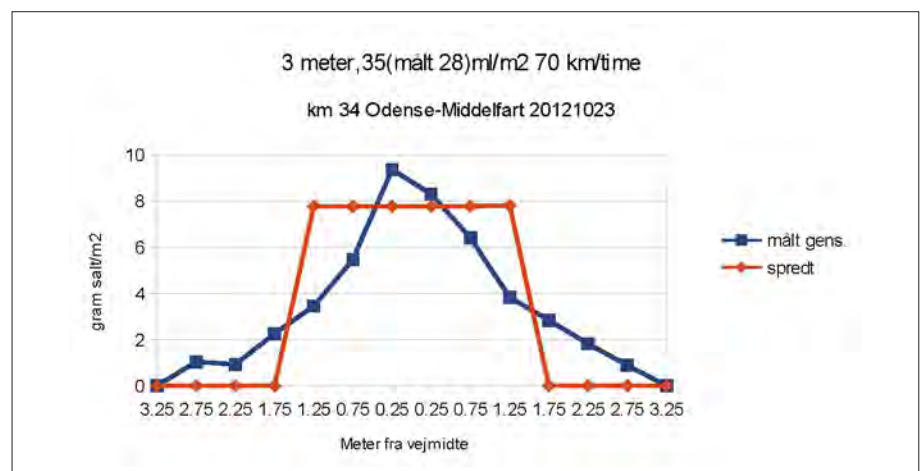
Figur 5. Sobo20 målinger fra 3 meter spredning, hvor strålerne fra dyserne ramte asfalten 1,2 - 1,4 meter fra spredebommen.

### Fakta

- 3% salt i sne eller is betyder, at vejen ikke er glat ved temperatur ned til -20°C, reference [3].
- Salt på vejen før det sner, betyder at sne ikke køres fast på vejen.
- Brug aldrig salt til at smelte is eller sne! Smeltning kræver varme og giver dermed en bundfrossen vej.

### Dosering af saltlag

- 15 ml/m² 24% eller 26% saltlag er standard.
- 25 ml/m² bruges før sne og ved is-slag, samt ved gentagen saltning hver 6. time under snevejr.



Figur 6. Sobo20 målinger fra 3 meter spredning, hvor strålerne fra dyserne ramte asfalten 2,5 - 3 meter fra spredebommen.

SOBO20 målinger			Fra dataopsamling	
Salt målt på vejen i ml/m <sup>2</sup>	Afvigelse fra dosering i %	Afvigelse fra beregnet i %	Indstilling ml/m <sup>2</sup>	Beregnet dosering ml/m <sup>2</sup>
11	-27	-24	15	14
19	-37	-22	30	25
24	-20	-16	30	29
17	-43	-17	30	21
20	33	18	15	17
19	27	14	15	17
22	47	11	15	20
28	87	89	15	15
26	-13	2	30	25
26	-13	-15	30	30

Tabel 1. Resultater fra SOBO20 målinger af genfundet salt 2-4 timer efter spredning.

Ideel kravopfyldelse, som giver fuld reduktion i udregning af økonomisk mest fordelagtige tilbud (tal i parentes angiver grænse for delvis reduktion).

Den dårligste af de 10 målte spredninger vælges, og for den gælder:

- Mindst 85% (60%) af målt salt skal være inden for det indstillede spredningsområde.
- Saltet skal fordeles jævnt i hele spredningsbredden, således at der inden for hver m lægges den forudbestemte mængde +/- 30% (+-60%). Samtidig må den samlede udsprede mængde i et spor maksimalt afvige +/- 15% (+-30%).

I beregningerne vil lastbilens (spreders) placering på vejen kunne flyttes ½ m, hvis det betyder, at sprederen bedre opfylder kravene.

For hver af de 10 spredninger udregnes også % genfundet salt af det doserede, og standardafvigelsen på de enkelte % resultater udregnes.

Hvis standardafvigelsen er mindre end 20% (40%), vil der være fuld reduktion i beregningen af økonomisk mest fordelagtige tilbud.

Husk kun at betale 50% af prisen ved leverancen og resten, når kravopfyldelsen er dokumenteret.

## Efterskrift

Tak til alle, der de sidste 20 år har bidra-

get til min kamp for at skaffe data og teori om saltning i vintertjeneste. Med bogen "Spar millioner på vintertjeneste", se figur 7, har jeg rejst en milepæl, men ikke afsluttet arbejdet. Hjælp mig fortsat med at udvikle området, skaffe data og rette fejl. Vi



Figur 7. Spar millioner på vintertjeneste. Håndbog for saltning af veje med fast belægning.

er kommet rigtig langt i bestræbelserne på at få saltning til glatførebekæmpelse gjort videnbaseret.

Som teamleder Lars Frandsen Middel-fart kommune har sagt: "Det kræver, at de folk, der arbejder med vintertjeneste, tænker sig om, men så gavner det også miljøet og os alle sammen".

## Referencer:

- [1] Trafik og Veje 2010/10 "Saltsprederes præcision" Lars Bolet m.fl.
- [2] Trafik og Veje 2013/10 "Turbulens og saltfordeling bag lastbiler" Jan S Strøm m.fl.
- [3] Relation of Road Surface Friction and Salt Concentration. Taisto Haavasoja, Juhani Nylander and Pauli Nylander, SIRWEC 2012, ID:0017.
- [4] Spar millioner på vintertjeneste. Jens Kristian Fønnesbech. Historia 2017. ISBN 978-87-93528-10-9.