LIUOSSUOLAUSKOKEILUT 1989 - 90

Tielaitos

Uudenmaan tiepiiri/Vantaan ja Porvoon tmp:t
Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö

Elokuu 1990

08 TIEL /UP

Tielaitos
Tiehallituksen kirjasto

Doknro: 910470
Nidenro: 910600

TIELAITOS
Uudenmaan tiepiiri
Vantaan ja Porvoon tmp:t
Tampereen kehitysyksikkö

RAPORTTI
elokuu 1990

LIUOSSUOLAUSKOKEILUT 1989-90

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

TIIVISTELMÄ Sivu

1. JOHDANTO 1

1.1 Tausta 1
1.2 Tavoite 1

2. MENETELMÄ 2

2.1 Kuvaus 2
2.2 Levittimet 2
2.3 Liuoksen valmistus 3

3. AINEISTO 4

3.1 Seuranta 4
3.2 Tiedotus- ja kritiikkipalaverit 5

4. TULOKSET 5

4.1 Olosuhteet 5
4.2 Levitysnopeus, -leveys ja -määrä 5
4.3 Liuoksen toimivuus eri keleillä 6
4.4 Levittimien toimivuus 7
4.5 Muita havaintoja 7

5. TARKASTELUA 8

LIITTEET

1. Seurantakaavake (1 s.)
2. Kelihavainnot (2 s.)
3. Liuostietoutta (1 s.)

LISÄTIETOJA:

Tiem. Kalle Honkakuru, Vantaan tiemestaripiiri puh. 90 - 876 5077
Rkm. Robert Åkerstedt, Porvoon tiemestaripiiri puh. 915 - 143 255
Ylitiem. Unto Haverinen, Uudenmaan tiepiiri puh. 90 - 154 2941
Tutk. Heikki Lappalainen, Tampereen kehitysyksikkö puh. 931 - 165 192

RAPORTIN LISÄTILAUS:

Tstosiht. Leila Leppänen, Tampereen kehitysyksikkö puh. 931 - 165 190

TIIVISTELMÄ

Tämä on yhteenveto talvella 1989-90 Vantaan ja Porvoon tiemestaripiireissä tehdyistä liuossuolauskokeiluista.

Menetelmällä näyttäisi olevan mahdollista vähentää suolan **kokonaiskäyttöä** talven säistä ja tiemestaripiiristä riippuen **10...30%**. Käsittelykerralla säästö on **50...70%**.

Koetilanteita oli 30 kpl. Tielle levitettiin noin 23-prosenttista natriumkloridiliuosta 10...60 g/m^2, mikä vastaa 2...15 g/m^2 kuivana suolana. Leudon talven kokemusten perusteella liuossuolaus on:

* toimiva menetelmä ennakkosuolaukseen, jäätämisen ehkäisyyn (liuosta 10...15 g/m^2)
* nopeatehoinen mustalla jäällä, huurteella ja jääkalvolla (liuosta 10...30 g/m^2)
* tehoaa hieman lumisella ohuella jääkalvolla (liuosta 30...60 g/m^2)
* mahdollinen heikolla lumisateella, lunta enintään 1..2 cm (liuosta 60...80 g/m^2).

Kun suolaus onnistui nappiin, märkyyttä syntyi selvästi vähemmän kuin muilla suolamuodoilla ja tie kuivui nopeasti. Kaikki epäonnistumiset sattuivat lumikeleillä.

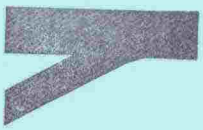
Pakkasrajaa ei pystytty selvittämään. Tuntuma on kuitenkin, että käyttö voi onnistua vielä noin -10 °C:ssa. Polanteisella ja lumisella tiellä uudelleen jäätymisen riski on suuri laimenemisen takia heikollakin pakkasella.

Levitystyö oli nopeaa (50...60 km/h). Kun autossa oli 10 m^3 säiliö, pystyttiin tavallisimalla annoksella 30 g/m^2 käsittelemään 7 m leveää tietä 80 km.

Levittimet Epoke SW-2000 ja Weisser NAD H90 toimivat hyvin. Kehitystä on kuitenkin vielä odotettavissa. Menetelmän pullonkaula on liuoksen valmistus ja varastointi, joihin haetaan kohtuuhintaisia toimivia ratkaisuja.

Harva uusi menetelmä on saanut kuljettajilta yhtä nopean yleisen hyväksynnän. Tienkäyttäjiltä on tullut kielteistä palautetta vähän, lähinnä on oltu uteliaita.

Liuossuolaus soveltunee koko maahan syys- ja kevättalvella, Etelä-Suomessa ja rannikolla on käyttöä varmimmin läpi talven. Käyttöönoton olisi tapahduttava hallitusti, niin että liuoksen valmistukseen ehdittäisiin saada koetut, kylmänäkin talvena toimivat systeemit.



Tielaitos
Tiehallituksen kirjasto

Doknro: 910470
Nidenro: 910600

1. JOHDANTO

1.1 Tausta

Liuossuolausta kokeiltiin useissa Euroopan maissa jo 1970-luvulla. Tällöin todettiin, että liuos laimenee jään päällä ja lämpötilan laskiessa tapahtuu uudelleen jäätymistä. Tienpinnalta puuttuu kuivan suolan varasto, joka voisi liueta ja saada aikaan syvävaikutusta paksummalla jäällä. Nämä ongelmat poistuivat kun siirryttiin rakeisen suolan kostutukseen.

Kostutus parantaa suolan pysyvyyttä, mutta etenkin ennakkosuolauksessa liuoksena levitetyn suolan pysyvyys nopeasti ja vilkkaasti liikennöidyllä tiellä on todettu tuntuvasti paremmaksi. Liuosmenetelmä on nykyisin tuotantokäytössä ainakin Japanissa ja Italiassa (NaCl- ja $CaCl_2$-liuokset). Menetelmä on tulossa laajaan käyttöön myös Ruotsissa ja Norjassa.

Muualla aiemmin tehty tutkimus- ja kokeilutoiminta on hyvänä pohjana omiin kokeiluihin lähdettäessä. Tulokset on kuitenkin varmennettava paikallisissa olosuhteissa käytännön tilanteissa.

1.2 Tavoite

Talvella 1989-90 saatiin kaksi liuoslevitintä kokeilukäyttöön Vantaan ja Porvoon tiemestaripiireihin. Selvityksen tavoitteena on koota yhteen menetelmästä ja laitteista saadut kokemukset.

* Käytännön työssä varmennetaan, mille keleille menetelmä soveltuu:

  - ennakkosuolaus kuivalle tielle
  - ennakkosuolaus kostealle tielle
  - ennakkosuolaus odotettavissa suojalunta
  - suolaus vähäisen kostean lumisateen aikana
  - huurre- ja kuuraliukkauden poisto
  - mustan jään poisto
  - ohuen jääkalvon poisto

* Testataan erilaisia levitysmääriä. Talvihoito-ohjeiden minimiannokset kuivalle suolalle ovat sopiva lähtökohta. Ennakkosuolauksessa voi toimia jo hyvin pieni suolamäärä (2...5 g/m^2).

* Selvitetään työnopeus ja levityksen tasaisuus.

* Seurataan levittimien toimivuutta ja selvitetään puutteet.

* Menetelmään liittyvät käytännön ongelmat tarkastellaan, tienkäyttäjien kommentit otetaan talteen.

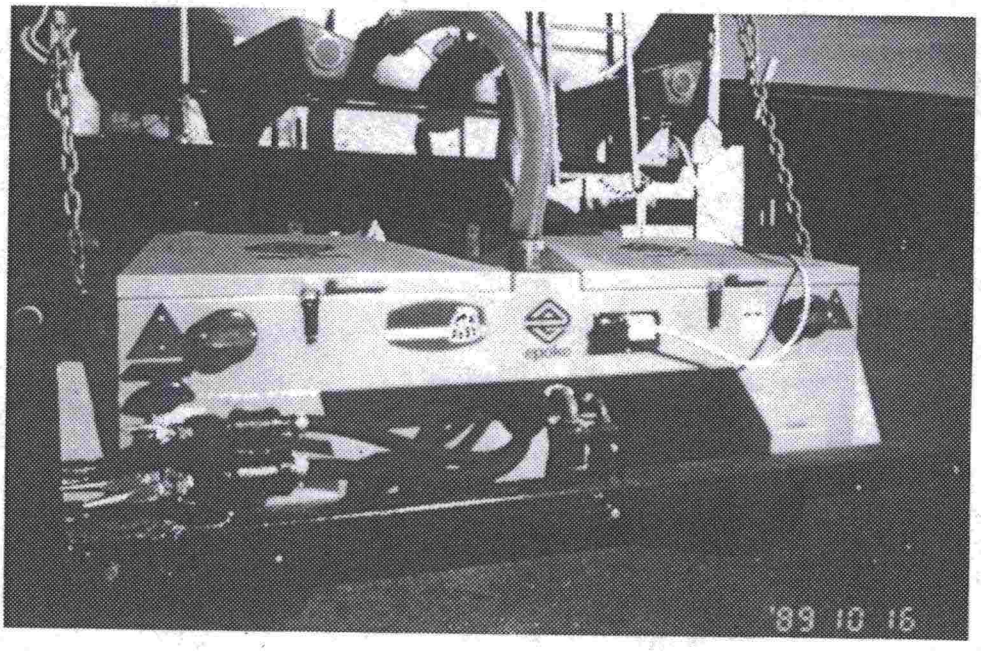
2. MENETELMÄ

K2.1 Kuvaus

Liuosmenetelmässä natriumkloridi levitetään tielle noin 23-prosenttisena liuoksena. Kelin mukaan annos on 10... 60 g/m^2, jolloin puhdasta suolaa menee tielle 2...15 g/m^2.

2.2 Levittimet

Vantaan tiemestaripiirissä oli kokeiltavana lokakuusta 1989 alkaen hinattava Epoke SW-2000 -levitin. Liuos suihkutetaan ajonopeusohjatusti takapalkkiin asennettujen 6 suuttimen kautta, viereinen kaista käsitellään 4 sivusuuttimen avulla. Kaksi pumppua ottavat käyttövoimansa mekaanisesti laitteen vasemmasta pyörästä.



Kuva 1. Epoke SW-2000 -liuoslevitin.

Liuosta annostellaan neljällä vaihteella: 15, 30, 45 ja 60 g/m ^{2}. Työleveys on 3,5 tai 7,0 m, sivusuuttimia säätämällä tarvittaessa suurempikin. Kun autossa on 10 m^3 säiliö, voidaan pienimmällä vaihteella käsitellä 7 m leveää tietä noin 130 km ja suurimmalla noin 25 km. Kuljettaja ohjaa laitetta hytistä, määrän säätö on kuitenkin tehtävä levittimen takana olevista vaihteista.

Porvoon tiemestaripiirissä oli kokeilussa helmikuusta 1990 alkaen auton runkopalkkiin kannatukseen kiinnitettävä Weisser NAD H90 -levitin. Liuos levitetään kahdella lautasella heittoperiaatteella samalla tavalla kuin rakeinen suola. Käyttövoima otetaan auton hydrauliikasta.

Kuva 2. Weisser NAD H90 -liuoslevitin.

Liuosta voidaan annostella portaattomasti 2...40 g/m^2, säätämällä 80 g/m^2. Käsittelyleveys on 2...8 m, säätämällä 10 m. Levitysmäärä on riippumaton työleveydestä ja nopeudesta. Kaikki hallinta- ja säätölaitteet ovat auton hytissä. Samaa ohjauspanelia on mahdollista käyttää uudelleen ohjelmoituna kostutetun suolan levittimessäkin.

2.3 Liuoksen valmistus

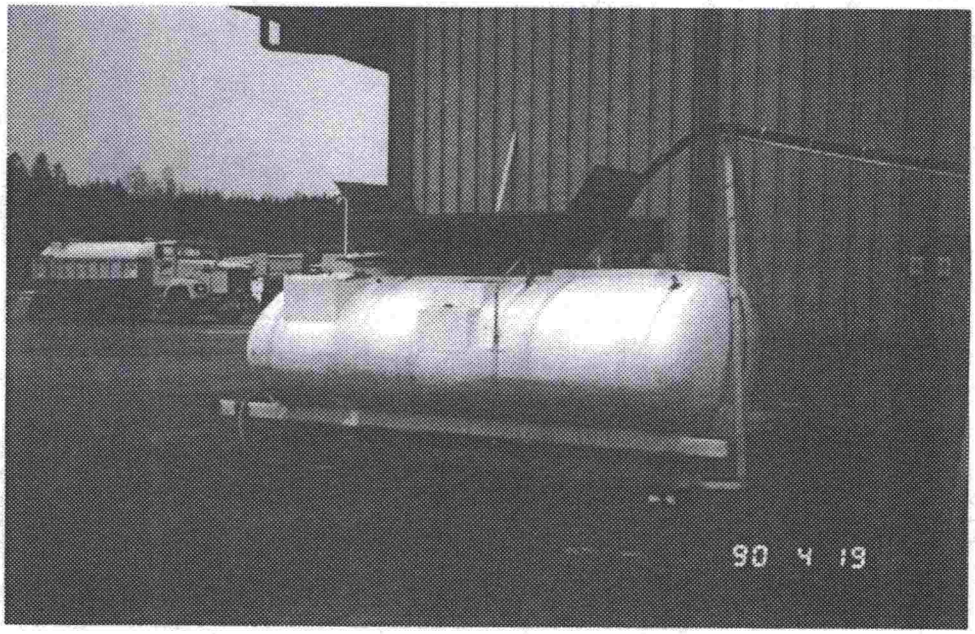
Vantaan tiemestaripiirissä rakennettiin liuosasema kahdesta vanhasta lasikuituiseta vesisäiliöstä. Tilavuudeltaan 8 m^3 sekoitussäiliöstä poistettiin väliseinät. Varastosäiliön koko on 10 m^3.

Haponkestävästä teräksestä valmistettu jätevesipumppu hoitaa kierrättämällä sekoituksen. Samalla pumppulla siirretään valmis liuos varastoon.

Säiliö täytetään ensin puoliksi vedellä ja annostellaan kuormaajalla suppilon kautta kauhallinen suolaa. Sen jälkeen täytetään toinen puoli vedellä ja lisätään toinen kauhallinen. Suolaa ei laiteta kerralla, jotta pumppu jaksaisi toimia ja vältettäisiin suolan kovettuminen.

Liuoksen (8 m^3) valmistaminen kestää 1,5...2,0 h. Pitoisuus on 23...25 %, mikä tarkastetaan näytteestä tilavuuspainomittauksella areometrillä (ohjealue 1.18...1.20).

Varastosäiliössä on toinen pumppu, jonka avulla täytetään liuoslevittäjän säiliö. Pumppua käytetään silloin tällöin myös varastosäiliön sekoitukseen.



Kuva 3. Vantaan liuosaseman sekoitusyksikkö.

Porvoon tmp:ssä liuosta on tehty samalla periaatteella kuin Vantaalla. Sekoitusäiliön koko on ollut 6 m^3. Käytännössä on usein tyydytty noin 20...22 % NaCl-pitoisuuteen, jolloin kierrätyspumppausta on tarvittu vain noin 0.5 h.

3. AINEISTO

3.1 Seuranta

Kokemukset liuossuolauksen käytöstä kerättiin tiemestaripiireissä liitteessä 1 esitetylle seurantalomakkeelle. Tiedot kirjattiin aina toimenpiteiden jälkeen tarkastuksen perusteella.

Vantaalla havaintoja kertyi tammikuun 1990 alun jälkeen 19 kpl. Lisäksi levitintä testattiin lokakuussa 1989 paljaalla päällysteellä sekä mustan jään tilanteessa.

Porvoon tmp:ssä levitin saatiin helmikuun 1990 lopulla, liuossuolauksesta saatiin 7:llä työkerralla yhteensä 10 kelihavaintoa.

3.2 Tiedotus- ja kritiikkipalaverit

Suolauskauden päätyttyä järjestettiin Vantaan tmp:ssä 03.04.1990 palaveri, johon oli kutsuttu tiedottajia sekä edustajia muista tiepiireistä. Kritiikkipalaveri, jossa oli mukana käytännön kunnossapitäjiä sekä laitetoimittajien edustajat, pidettiin samassa paikassa 19.04.1990.

Molemmiassa tilaisuuksissa paneuduttiin Vantaalla ja Porvoossa talven aikana saatuihin kokemuksiin liuossuolauksesta.

4. TULOKSET

4.1 Olosuhteet

Talvi oli lauha, kaikki Vantaalla kirjatut havainnot kasautuivat nollan tietämissä oleviin (+2...-2 °C) lämpötiloihin. Puolet havainnoista tehtiin heikon lumi- tai räntäsateen yhteydessä. Liuossuolatut tiet olivat pääosin vilkkaasti (kvl 6000...45000) liikennöityjä.

Porvoossa liuosta käytettiin pienellä pakkasella, lämpötila-alueella -1...-5 °C. Kokeiluteiden liikennemäärät olivat 300...13000 ajon/vrk.

Taulukko 1. Liuossuolauskelit Vantaalla ja Porvoossa.

Keli	*Havaintoja*	*Keli*	*Havaintoja*
Paljas asfaltti	*1*	*Luminen*	*4*
Huurteinen	*3*	*Jääkalvo, luminen*	*13*
Musta jää	*1*	*Jäinen polanne*	*1*
Ohut jääkalvo	*8*	*Alijäähtynyt sade*	*0*

4.2 Levitysnopeus, -leveys ja -määrä

Työnopeutena käytettiin Vantaalla 40...60 km/h ja Porvoossa 50...60 km/h - tien, liikenteen ja kelin mukaan. Nopeuden ollessa yli 60 km/h on vaarana, että auto alkaa puskea liukkaalla kaarteessa.

Työleveytenä pidettiin molemmilla laitteilla yleensä 7 m. Liuoksen syöttö katkaistiin viereiselle kaistalle, kun oli sivuuttavaa liikennettä. Käytännössä liikenne sotki nopeasti suolatta jääneet lyhyet pätkät. Vilkkaalla moottoritiellä jouduttiin tekemään usein paikkauksia.

Vantaalla käytettiin ensimmäisillä kerroilla verraten paljon liuosta (45...60 g/m^2). Normaaliannokseksi vakiintui 30 g/m^2, jolloin tietä voitiin käsitellä 80 km 10 m^3 säiliöllä. Porvoossa testattiin liuosmääriä 10...40 g/m^2.

Yhdistetyn aineiston määräjakauma oli:

10 g/m^2	(NaCl noin 2 g)	1 kertaa
20 g/m^2	(NaCl noin 5 g)	2
30 g/m^2	(NaCl noin 7 g)	13
40 g/m^2	(NaCl noin 9 g)	2
45 g/m^2	(NaCl noin 10 g)	9
60 g/m^2	(NaCl noin 15 g)	3

4.3 Liuoksen toimivuus eri keleillä

Liuosmenetelmä toimi kokeilukerroilla hyvin:

Saavutettu tulos	hyvä.....	19 kertaa
	tyydyttävä...	6
	huono.....	4

Ennakkosuolausta ei tehty, mutta syksyllä laitetestissä kokeiltiin erilaisia levitysmääriä kuivalle asfaltille. Levitysmäärää 15 g/m^2 (kuivana suolana n. 3.5 g/m^2) oli vaikea edes havaita tienpinnalla - syksyllä jäätämistä ehkäisevänä annoksena jopa 10 g/m^2 voi olla osuva.

Mustan jään poisto oli ensimmäinen "tosi toimi" uudella menetelmällä. Lämpötila oli nollassa ja tien runko vielä lämmin. Liuosta levitettiin 60 g/m^2, jää suli "heti". Piennar, minne levitystä ei ulotettu, pysyi jäisenä. Käytetty annos oli turhan suuri: 10...30 g/m^2 olisi riittänyt.

Huurre- ja ohuen jääkalvon keleillä saavutettiin annoksella 20...30 g/m^2 hyvät tulokset. Vähäinenkin määrä voi toimia pikkuliukkaalla:

Porvoossa käsiteltiin kerran huurteinen, hieman jäinen tie onnistuneesti määrällä 10 g/m^2, risteyksiin levitettiin kuitenkin 30 g/m^2. Vantaalla poistettiin uriin muodostunut jääkalvo hyvin tuloksin annoksella 15 g/m^2.

Heikolla lumisateella, osin jäisellä tiellä päästiin hyvään tai tyydyttävään tulokseen annoksilla 30...60 g/m^2. Irtolunta ei saa kuitenkaan olla paljoa.

Kaikki epäonnistumiset sattuivat lumikeleillä. Kun lunta oli yli 1...2 cm, todettiin sulaminen hitaaksi ja uudelleen jäätymisen riski suureksi isollakin liuosmäärällä, annos 45 g/m^2 ei enää riittänyt.

Jos liikennemäärä on pieni, ja vähäinkin lumi on jo ehtinyt tarttua tienpintaan, ei 30...40 g/m^2 liuosta toimi. Sama annos tehoaa vilkkaalla tiellä, jolta liikenne on pöllyttänyt suurimman osan lumesta pois.

Jäisen huokoisen polanteen (1...2 cm) irrotusta kokeiltiin Porvoossa levähdysalueella. Liuosannoksella 80 g/m^2 polanne irtosi noin 20 minuutissa ja annoksella 40 g/m^2 osittain noin tunnissa. Tielle ei polannekeleillä liuoksen kanssa liene menemistä.

4.4 Levittimien toimivuus

Epoke SW-2000 -levitin sai seuraavan arvostelun:

Levitin toimi hyvin.....14 kertaa
kohtalaisesti 9
huonosti..... 1

Käytössä ilmeni seuraavia ongelmia ja kritiikkiä:

* suodattimien tukkeutumisia, syy liuoksessa
* sivusuuttimien letkun irtoilu takaiskuvoiman johdosta
* syöttöletkun vuoto säiliön puoleisessa päässä
* pääkatkaisijan reistailu
* levitin jätti keskitielle kapean kuivan kaistaleen
* suuttimien jäätyminen seisonnassa kovalla pakkasella
* mekaan. voimansiirto, hinattava malli, peruuttaminen
* hallintalaitteen tulisi sopia muillekin levittimille

Weisser NAD H90:n käyttökokemukset jäivät vähäisiksi. Laitteen toimintaan oltiin tmp:ssä tyytyväisiä.

* saattaa aiheuttaa enemmän suolasumua, varmentamatta
* levittimen takakansi saisi aueta ylös asti
* jäykkä väliputki säiliöstä levittimeen murtui säiliön huonon tuennan takia, korvattiin joustavalla putkella
* ohjausyksikön ohjelmointi meni kerran "sekaisin", johtui kokemattomuudesta ja oli helppo korjata
* pienellä työleveydellä levittää kasaan
* sivutuuli voi haitata enemmän kuin suutinlevityksessä

4.5 Muita seikkoja

Kuljettajat ovat suhtautuneet liuossuolaukseen myönteisesti. Harva uusi menetelmä on saanut yhtä nopean yleisen hyväksynnän.

Erityisen motivoivaa on ollut nähdä välittömästi syntyvä hyvä työjälki, liuos alkaa vaikuttaa heti. Kuivalla suolalla tilannetta on seurattava pidempään.

Tienkäyttäjiltä on tullut kielteistä palautetta vähän. Lähinnä on oltu uteliaita. "Onko näitä enemmänkin käytössä". "Levittimen perässä on helppo ajaa".

Liuos suttaa tuulilasia, jos ajetaan perässä liian lähellä levitintä. Suolavettä voi tulla kylkeen sivuutettaessa. Valtaosa nyrkin heiluttajista ymmärtää selitykset:

* Ei se ole kummempaa tavaraa kuin sohjossa ajettaessa.
* Rakeina levitettävä suola ja hiekka ropisevat enemmän lautaselta tullessaan jos huono tuuri sattuu.
* Liuosmenetelmä tuottaa nopeasti kuivan pitävän tien ja suolaa menee ympäristöön oleellisesti vähemmän.

Vantaalla liuos loppui muutaman kerran kesken, kun myös kostutetun suolan levittimet olivat samanaikaisesti käytössä. Viikonloppuna ei ole useinkaan helppo varata työntekijää liuoksen valmistukseen.

Liuosreserviä tarvitaan enemmän kuin kertatäyttö kaikille liuoksen ja kostutetun suolan levittimille. Nyrkkisääntö: liuosta on oltava valmiina 20 m^3 100 suolattavaa tiekilometriä kohden.

5. TARKASTELUA

Menetelmällä pystytään tekemään kuivallekin tielle todellinen ennakkosuolaus. Ajoradalle jää muutama gramma neliölle suolaa liuoksen kuivettuakin jäätämistä ehkäisemään. Toki oikea ajoitus on menetelmän varmuuden kannalta yhä tärkeätä. Ennakkosuolausta olisi opittava käyttämään.

Kun liuossuolaus onnistuu nappiin, märkyyttä syntyy vähemmän ja tie kuivuu paljon nopeammin kuin muilla suolamuodoilla.

Menetelmä näyttäisi toimivan yllättävän monilla keleillä. Liuosta on mahdollista käyttää jopa heikolla lumisateella, mikä edellyttää kuitenkin yleensä vähintään 60 g/m^2 liuosta - käsittelymatka jää siten lyhyeksi.

Jo syntynyttä liukkautta poistettaessa vähäliikenteisellä tiellä epäonnistumisen riski on isompi: Vilkas ajorata kuivuu nopeammin. Jos polannetta on vähääkään, liuos laimenee ja jäätäminen uhkaa jo pikkupakkasella.

Liuosmenetelmässä korostuu entisestään irtolumen poiston merkitys - toimenpide mahdollisimman puhtaalle tielle. Auraus ja suolaus samalla yksiköllä tulee entistä perustellummaksi.

Kokeissa jäi varmistamatta toimivuus pakkasliukkauden torjunnassa. Kylmässä (alle -4 °C) suolaamisesta saatiin muutenkin vähän havaintoja.

Levittimistä saatiin Epoken osalta hyvä käyttötuntuma, puutteet ehdittiin viestittää valmistajalle ajoissa muutoksia varten. Epoken ja Weisserin levittimet toimivat molemmat hyvin.

Olisi eduksi, jos samaa ohjauspanelia voitaisiin käyttää sekä liuokselle että kostutetulle suolalle. Auto ei olisi siten samalla tavalla vaarassa sitoutua yhdelle levittimelle. Weisserilla tähän näyttäisi olevan jo lähes valmis ratkaisu - uudelleen ohjelmointi saisi olla vieläkin helpompi.

Levittimien korjaus- ja varaosapalvelun on pelattava. Toisaalta tiemestaripiirissä on tehtävä vaadittavat huoltotyöt, jotta laitteet toimisivat - seikka jota ei turhaan korosta, kun autolla ei useinkaan enää ole vakiokuskia. Liuoslevittimen suodattimet on muistettava pitää puhtaana.

Liuossäiliöiden täytössä on ollut ongelmana se, että laitteiden täyttöpäitä ei ole standardisoitu.

Kaikki auton kapasiteetti pitäisi hyödyntää, liuossäiliön koko voi olla 12 m^3, jolloin toimintasäde on pitkä.

Liuosasemien toiminta kylmänä talvena muodostunee takkuiseksi, ellei liuoksen pysymistä vähintään noin -15 °C:n lämpötilassa järjestetä.

Ongelmia saattaa tulla myös suolan uudelleen kiteytymisestä liuoksessa, jolloin levittimen suuttimet joudutaan puhdistamaan tiuhemmin. Tätä vaaraa ei ole, jos liuos tehdään enintään 23,3-prosenttiseksi. Kun väkevyys on 26 %, alkaa uudelleen kiteytyminen **liuoksen** lämpötilan laskiessa hieman 0 °C:n alapuolelle. Kun väkevyys on 25 %, sama ilmiö alkaa noin -8 °C:ssa.

Karkeasti arvioiden lienee mahdollista vähentää liuosmenetelmällä suolan kokonaiskäyttöä talven säistä ja tiemestaripiiristä riippuen 10...30%. Käsittelykerralla säästö on 50...70 %.

Menetelmän käyttöönoton olisi tapahduttava hallitusti, niin että liuoksen valmistukseen ehdittäisiin saada koetut systeemit - myös levityslaitteet kehittyvät. Tulevilta talvilta on odotettavissa runsaasti lisäoppia.

TVL/U
Vantaan tmp

SEURANTALOMAKE
talvi 89/90

LIUOSSUOLAUSKOKEILU EPOKE SW-2000 LEVITTIMELLÄ

TIENUMERO_____ KVL_____

SUOLAUKSEN PVM_____ KELLO_____

ILMAN/TIEN LÄMPÖT._____/_____ MUUTOSSUUNTA_____

SADE_____ TUULI_____

(1) KELI PALJAS KUIVA
(2) PALJAS KOSTEA
(3) HUURTEINEN
(4) MUSTA JÄÄ
(5) OHUT JÄÄKALVO
(6) LUMINEN
(7) ALIJÄÄHTYNYT SADE
(8) MUU

TARKENNUKSET_____

_____

SUOLAUSNOPEUS (km/h) _____

TYÖLEVEYS (m) _____

LIUOSANNOS (g/m2) _____

(1) LIUOS TOIMI HYVIN
(2) KOHTALAISESTI
(3) HUONOSTI

TARKENNUKSET_____

_____

(1) LAITTEISTOT TOIMIVAT HYVIN
(2) KOHTALAISESTI
(3) HUONOSTI

TARKENNUKSET_____

_____

MUITA HAVAINTOJA_____

_____

VANTAAN TMP:N HAVAINNOT

Pvm klo	KVL	Ilma/Tie/Suunta °C		Sade	Tuuli	Keli	Tarkennus	Nop. km/h	Lev. m	Annos g/m²	Toimivuus	Tarkennus	Laitt. toim.
14.10. 7:00	5000	-0/+0	+	ei	-	4		40-50	7	60	1	sulatti heti, annos liian suuri	1
04.01. 10:10	yli 6000	-1,5/2,5	+	heikko lumisade	heikko	5, 6	tien kesk. 0,5-1 m ohut lumipolanne	50	7	60	1	onn. nappiin, ei vettä	1
04.01. 12:30	yli 6000	-0,5/-0,5	+	lumisade	heikko	5, 6	jatkuva heikko lumisade	40-50	7	45	1	onn. nappiin, ei vettä	1
04.01. 10:30	1000-2500	-1,5/-2,5	+	heikko lumisade	heikko	5, 6	ohuesti luminen, raiteissa ohut jää	50	7	60	2	lunta liikaa, liikenne vähäinen	1
05.01. 5:00	yli 6000	-0,5/-1	-	poutaa	suht.kova	5, 6	ajourat paljaat, muuten n.1 cm lunta	40-50	7	45	2		1
08.01. 5:30	45000 - 30000	+0,4/+0,4	+	ei	lounas 3-6 m/s	5		40-50	7	45	1		1
09.01. 4:00-7:0	45000 - 30000	+0,2/-0,9	+	ei	luoteesta 4-7 m/s	3, 5		40-50	7	45	1		1
10.01. 5:00	30000, 5000	+1,5/+0,5	+	ei	lännestä 7-10 m/s	6		40-50	7	45	1		1
10.01. 10:00	45000 - 30000	-1,0/-0,0	-	poutaa	länsi 5-8 m/s	5		40-50	7	45	1		1
15.01. 16-20	yli 20000	-2/-1	-	-		5	ns. uudelleen jäätyminen	40-55	3-7	30?	1	tie kuivui liikenteen vaikutuksesta	1
16.01. 9:15	yli 6000	±0	-	poutaa	heikko	5, 6	ajourat paljaat, muuten kiinnitartunut lumi	40-50	3	30	1	raideliukkaus poistui	1
-- 16-19	yli 20000	-1	-	poutaa	kohtal.	5		40-50	7	30	1	10 m3 88 km	1
18.01. 15:00	45000	-2,0/-1,0	-	poutaa		5		50	3-7	30	1		2
20.01. 9-15	45000- 30000	-0,5/-1,0	+	lumisade	länsi	6		40-55	3-7	45	2	lumisuus hidasti sulamista	2
23.01. 12:00	7000	+1,5/+1,0	+	poutaa	länsi	6		50	3	30	1		3
25.01. 3-7	45000- 30000	+1,5/+1,0	-	räntää	länsi	5, 6		40-55	3-7	45	2	lumi hidasti sulamista	1

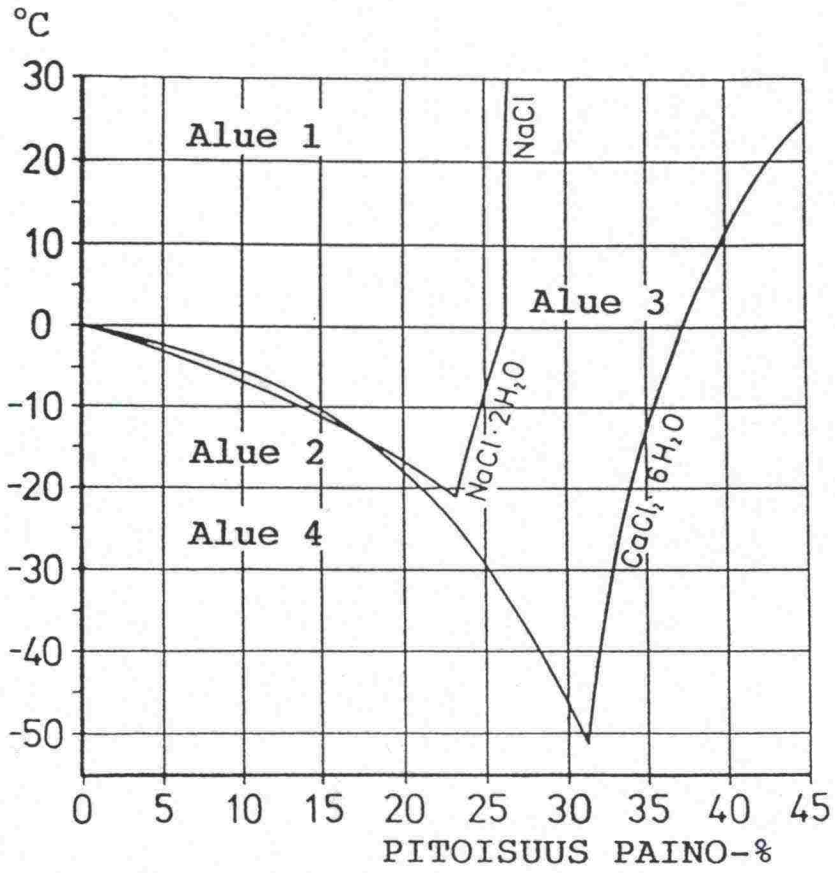
LIITE 2/1

Pvm klo	KVL	Ilma/Tie/Suunta °C		Sade	Tuuli	Keli	Tarkennus	Nop. km/h	Lev. m	Annos g/m²	Toimi-vuus	Tarkennus	Laitt. toim.
19.02.	30000-45000	-2/-1	+	lumisade		5, 6	6 paikoin	55	3-7	30	1		2
26.02. 3:45-7:0	45000-30000	-0,5/-0,1	-	-	pohjoinen 1-4 m/s	3,4,5		60-50	7-4	30	1		1
04.03. 9:30	yli 20000	-0/+1	+	räntäsade	-	5, 8	loskaa n. 1 cm	40-55	7	30	2		2
13.03. 2:30-6:00		-1/-1	±0	lumisade	luoteesta 6 m/s	5, 6	ajoittaisia lumi-kuuroja	50	3-6	45	3	lumisade aih. nopean jäätymisen uudestaan	3

PORVOON TMP:N HAVAINNOT

Pvm klo	KVL	Ilma/Tie/Suunta °C	Sade	Tuuli	Keli	Tarkennus	Nop. km/h	Lev. m	Annos g/m²	Toimi-vuus	Tarkennus	Laitt. toim.
03.-90 -	13000	-2	-		6	hieman lunta	50-60		40	3	liian pieni annos lumelle	1
03.-90 -	13000	-1	-		5	huurteinen jääkalvo	50-60		20	1	erittäin hyvä teho	1
03.-90 -	13000	-2	-		5	huurteinen jääkalvo	50-60		20	1		1
03.-90 -	2000 ja yli	-2	-		3	huurteinen, hieman jäinen	50-60		10	1	risteyksiin 30 g/m²	1
03.-90 -	13000	-4...-5	-		5, 6	hieman pöllyävää lunta, jääkalvo	50-60		30	1-2	keskellä ja reunoilla jäi hieman sulamatta	1
03.-90 -	3000	-4...-5	-		5, 6	irtolunta 0,5 cm, jääkalvo	50-60		30	3	lunta liikaa, tälle annokselle	1
03.-90 -	3000 - 13000	-2...-3	-		5, 6	urat jäässä, hieman lunta	50-60		30	1		1
03.-90 -	300	-2...-3	-		6	ohut lumi oli ehti-nyt tarttua	50-60		30	3	vain urat puhdistui	1
03.-90 -	13000	-3	-		5	urissa kiiltävä jääkalvo	50-60		30	1	liikenne kuivasi nopeasti	1
03.-90 -	levähdys-alue	-2...-3	-		5, 6	polanne 1-2 cm			40 80	- -	irrotti osin 1 h irrotti 20 min:ssa	1

NATRIUM- JA KALSIUMKLORIDIN OLOTILAKÄYRÄT



Natriumkloridille:

Alue 1:
Suolaliuosta

Alue 2:
Jäätä ja suolaliuosta

Alue 3:
Kylläistä suolaliuosta ja kiteytynyttä suolaa

Alue 4:
Jäätä ja kiteytynyttä suolaa

NATRIUM- JA KALSIUMKLORIDILIUOSTEN TILAVUUSPAINOJA (kg/dm³)

Pitoisuus % NaCl	Tilavuuspaino 0 °C	+10 °C	Pitoisuus % $CaCl_2$	Tilavuuspaino + 15,6 °C
12	1.092	1.089	12	1.105
14	1.108	1.105	14	1.125
16	1.124	1.120	16	1.145
18	1.140	1.136	18	1.165
20	1.156	1.152	20	1.186
21	1.164	1.160	21	1.195
22	1.173	1.169	22	1.206
23	1.181	1.177	23	1.218
24	1.189	1.185	24	1.228
25	1.198	1.194	25	1.239
26	1.207	1.202	26	1.250
			27	1.260
			28	1.272
			29	1.283
			30	1.295
			35	1.351
			40	1.410