

VTI notat 72-2000

Halkbekämpning vid låga temperaturer

En litteraturstudie samt en utvärdering av väglagsuppföljningarna under vintrarna 1993/94–1996/1967

Författare	Anita Ihs och Staffan Möller
FoU-enhet	Drift och underhåll
Projektnummer	80342
Projektnamn	Halkbekämpning vid låga temperaturer
Uppdragsgivare	Vägverket
Distribution	Fri



Väg- och transport-
forskningsinstitutet

Förord

Syftet med föreliggande studie har varit att genom en litteraturstudie undersöka kunskapsläget vad gäller metoder för halkbekämpning vid låga temperaturer. Dessutom har en utvärdering av väglagsuppföljningarna under vintrarna 1993/94–1996/97 genomförts för att undersöka hur vanligt förekommande halka är och därmed också få en uppfattning om behovet av halkbekämpning vid låga temperaturer.

Projektet har genomförts på uppdrag av Vägverket. Projektledare har varit Anita Ihs som också har utfört litteraturstudien. Data från väglagsuppföljningarna har tillhandahållits av konsulten Ove Widegren. Utvärderingen av väglagsuppföljningarna och redovisningen av denna har utförts av Staffan Möller.

Linköping 2000-10-27

Anita Ihs
Projektledare

Innehållsförteckning

Förord

Sammanfattning	5
-----------------------	----------

Bakgrund	6
-----------------	----------

Del 1. Metoder för halkbekämpning vid låga temperaturer. Litteraturstudie.	6
---	----------

1 Metodik	6
------------------	----------

2 Kemisk halkbekämpning	6
--------------------------------	----------

2.1 Metoder	6
-------------	---

2.2 Alternativa kemiska halkbekämpningsmedel	10
--	----

3 Mekanisk halkbekämpning	12
----------------------------------	-----------

4 Övriga metoder	17
-------------------------	-----------

5 Pågående och planerad FoU	17
------------------------------------	-----------

6 Slutsatser	19
---------------------	-----------

7 Referenser	20
---------------------	-----------

Del 2. Behov av halkbekämpning vid låga temperaturer. Utvärdering av väglagsuppföljningarna från vintrarna 1993/94–1996/97.	21
--	-----------

1 Bakgrund	21
-------------------	-----------

2 Väder i olika delar av landet	21
--	-----------

3 Antal körfält av typ K1	22
----------------------------------	-----------

4 Översiktlig redovisning	22
----------------------------------	-----------

4.1 Väglagsbeskrivning	22
------------------------	----

4.2 Friktionstillstånd	23
------------------------	----

4.3 Väderbeskrivning	23
----------------------	----

4.4 Temperatur i vägytan	24
--------------------------	----

4.5 Regional tillhörighet	25
---------------------------	----

4.6 Månadsuppdelning	25
----------------------	----

4.7 Fördelning på standardklass	25
---------------------------------	----

5 Detaljredovisning av observationer som gjorts vid en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre	26
--	-----------

5.1 Väglag – halka/svår halka i hjulspår	26
--	----

5.2 Väder – halka/svår halka i hjulspår	27
---	----

5.3 Temperatur – halka/svår halka i hjulspår	28
--	----

5.4 Region – halka/svår halka i hjulspår	28
--	----

5.5 Månad – halka/svår halka i hjulspår	29
---	----

5.6 Standardklass – halka/svår halka i hjulspår	30
---	----

6	Detaljredovisning av observationer som gjorts vid en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre	30
6.1	Väglag – halka/svår halka i hjulspår	31
6.2	Väder – halka/svår halka i hjulspår	31
6.3	Temperatur – halka/svår halka i hjulspår	32
6.4	Region – halka/svår halka i hjulspår	32
6.5	Månad – halka/svår halka i hjulspår	33
6.6	Standardklass – halka/svår halka i hjulspår	33
7	Sammanfattning	34

Sammanfattning

På uppdrag av Vägverket har en litteraturstudie genomförts för att undersöka kunskapsläget vad gäller metoder för halkbekämpning vid låga temperaturer. Dessutom har en utvärdering av väglagsuppföljningarna under vintrarna 1993/94–1996/97 genomförts för att undersöka hur vanligt förekommande halka är och därmed också få en uppfattning om behovet av halkbekämpning vid låga temperaturer.

Vid litteratursökningen framkom inga studier särskilt inriktade på halkbekämpning vid låga temperaturer.

Vad gäller alternativa kemiska halkbekämpningsmedel så har trots stora forskningsinsatser utomlands och i viss mån även i Sverige inte framkommit några alternativ som är lika effektiva och/eller lika billiga som Natriumklorid (NaCl). Flertalet är inte verksamma ned till så låga temperaturer som NaCl och ofta är materialen betydligt dyrare.

När det gäller mekaniska halkbekämpningsmetoder så har mycket lovande resultat erhållits både i Sverige och Norge med varmsandningsmetoden Friktion Maker. För bästa effekt/varaktighet krävs dock långvarigt stabila väder- och temperaturförhållanden.

Uppenbarligen saknas fortfarande mycket kunskap vad gäller halkbekämpning vid låga temperaturer. Att frågan har uppmärksamats även i andra länder än Sverige framgår dock av de vid litteratursökningen framkomna beskrivningarna av FoU-projekt som pågår/planeras i bl.a. Norge, Finland och USA.

Vid utvärderingen av väglagsuppföljningarna har förekomsten av halka/svår halka i åtminstone hjulspåren vid vägytetemperaturer på -6°C respektive -12°C eller lägre undersökts. Ett flertal indelningar av datamaterialet har gjorts såsom t.ex. standardklasser för vinterväghållningen samt regioner.

Vid utvärdering av den datamängd som omfattade körfält med temperatur i vägytan på -12°C eller lägre samt halka/svår halka i hjulspår erhöles följande resultat:

- Antalet observerade körfält med en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre samt halka/svår halka i hjulspår uppgår till mellan 0,1 och 0,5 % av det totala antalet observerade körfält under vintern.
- De dominerande väglagen på sådana körfält är packad snö/tjock is (40–70 %) och tunn is/rimfrost antingen bara i hjulspåren eller på i stort sett hela körfältet (25–60 %).
- Det vanligast vädret är uppehållsvädertillstånd, vilket förekommer vid 55 till 75 % av observationerna.
- För mellan 20 och 30 % av de observerade körfälten med halka i hjulspår var temperaturen i vägytan -12°C eller lägre.
- Mellan 35 och 85 % av de observerade körfälten med halka i hjulspår samt temperatur i vägytan på -12°C eller lägre finns i de två nordligaste regionerna Mitt och Norr.
- Temperaturer i vägytan på -12°C eller lägre förekommer till 90 à 95 % under perioden december t.o.m. februari.
- Mellan 55 och 95 % av de observerade körfälten med halka i hjulspår samt temperatur i vägytan på -12°C eller lägre förekommer på B-vägar.

Bakgrund

På uppdrag av Vägverket har en studie genomförts beträffande halkbekämpning vid låga temperaturer. Studien har varit uppdelad i två delar där den ena delen har utgjorts av en litteraturstudie kring metoder för halkbekämpning vid låga temperaturer. Den andra delen är en undersökning av behovet av halkbekämpning vid låga temperaturer baserad på väglagsuppföljningarna från vintrarna 1993/94–1996/97, dvs. en utredning av hur vanligt förekommande halt väglag är vid låga temperaturer

Med låga temperaturer avses temperaturer då vanligt salt (NaCl) inte har någon eller bara begränsad effekt. I utvärderingen baserad på väglagsuppföljningarna har gränsen satts till -6°C . Denna temperaturgräns har valts dels med tanke på att effekten av salt börjar bli begränsad vid lägre temperaturer än denna och dels med tanke på de temperaturgränser som anges i Vägverkets standardkrav vad gäller väglag vintertid i DRIFT 96 (Vägverket, 1996). I de två högsta standardklasserna, A1 och A2, är temperaturgränsen -8°C för när snö får förekomma på vägbanan vid uppehållsväder. Dock ska körfältet vara fritt från lös snö, vara jämnt och ha tillfredsställande friktion. I standardklass A3 är motsvarande temperaturgräns -6°C . I standardklasserna B1 och B2 tillåts snövägbana, dock ställs krav på tillfredsställande friktion respektive fritt från svår halka inom angivna tider efter snöfall samt regn som orsakat halka.

Del 1. Metoder för halkbekämpning vid låga temperaturer. Litteraturstudie.

1 Metodik

Den litteratur som ligger till grund för denna del av rapporten spårades genom sökning i databaserna Roadline och IRRD, genom personliga kontakter samt genom att utnyttja sökverktyg i Internet. Sökningen har omfattat litteratur från 70-, 80- och 90-talet.

2 Kemisk halkbekämpning

2.1 Metoder

Salt allmänt

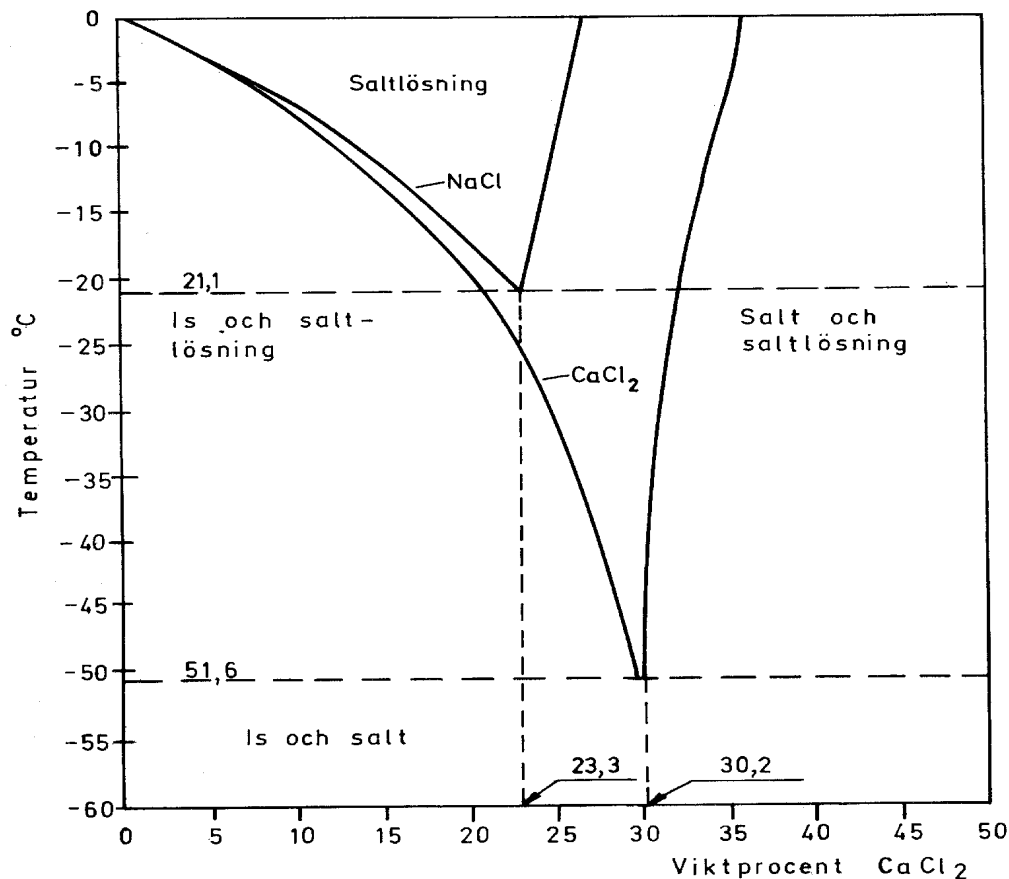
(Gustafson, 1984)

I Sverige används nästan uteslutande NaCl för kemisk halkbekämpning. I figur 1 nedan visas fasdiagrammet för NaCl (och även för CaCl_2). Den s.k. eutektiska temperaturen anger den lägsta temperatur för vilken saltlösningen är i vätskeform och därmed också kan smälta snö och is. Under denna temperatur kommer saltet att vara utkristalliserat i isen och allt är i fast form.

För NaCl är den eutektiska temperaturen $-21,1^{\circ}\text{C}$ vid en koncentration av 23,3 %. Tillsättes mer salt betyder det att saltet inte går i lösning utan kommer att vara olöst i saltlösning, samtidigt som fryspunkten åter blir högre. För att smälta snö och is gäller det alltså att befinna sig, när det gäller temperatur och koncentration, i den del av diagrammet som betecknas saltlösning. Inom denna del är snö och is fullständigt smält.

Rent teoretiskt skulle alltså NaCl kunna smälta snö och is ned till $-21,1^{\circ}\text{C}$. Detta är dock långt ifrån de faktiska temperaturer där salt kan användas. För att salt ska börja verka på redan uppkommen halka, snö och is, krävs att termisk energi finns tillgänglig och att saltet gått i lösning. Är temperaturen låg går smältprocessen mycket långsamt och saltet har dålig effekt för halkbekämpning. Likaså kan återfrysning ske, då saltlösningen späds ut vid fortsatt smältning, vilket innebär att smälttemperaturen ökar.

Något som också påverkar smältprocessen är hur stor bearbetningen av trafiken är.



Figur 1 Fasdiagram för NaCl och CaCl₂ (Gustafson, 1984).

För att smälta snö och is åtgår energi, ibland kallat smältvärme. När det gäller is på en vägyta kan värmen tas t ex från luften genom instrålning eller från vägkroppen.

Sammanfattningsvis krävs följande för att smälta snö och is med kemiska medel:

- fukt för att saltet skall gå i lösning
- energi för smältprocessen
- koncentrationen av saltet får ej överstiga eutektikum.

Befuktat salt och saltlösning

(Öberg, Gustafson & Axelson, 1991)

Under åren 1985 –1991 genomfördes ett omfattande forskningsprogram kallat MINSALT med syfte att minska skadeverkningarna av salt i vinterväghållningen utan att minska trafiksäkerheten. Forskningsprogrammet bestod av tre delar:

- A. Utökning av de saltfria regionerna
- B. Nya halkbekämpningsmetoder
- C. Nya halkbekämpningsstrategier

Under punkten B provades och utvärderades nya mekaniska och kemiska halkbekämpningsmetoder och -medel.

De nya metoder som provades var befuktat salt och saltlösning. Båda metoderna var i slutet av MINSALT-projektet relativt väl utvecklade och hade också introducerats i vinterväghållningen. Användbarheten i vissa väglag återstod dock att undersöka mer ingående.

Erfarenheterna från försöken med befuktat salt refereras inte här eftersom detta får anses vara en vedertagen metod som numera i stor utsträckning har ersatt spridning av torrt salt.

De erfarenheter som drogs av saltlösningsspridning inom MINSALT-projektet under tre vintrar var sammanfattningsvis:

- Metoden är mycket positiv vid förebyggande åtgärder och vid rimfrosthalka.
- I samband med snöfall är metoden tveksam. På våtare vägbanor och på redan bildad isvägbana är metoden likaså tveksam eller t.o.m. olämplig. Detta p.g.a. risken för återfrysning.
- En saltlösningssgiva på 20 g/m^2 (motsvarande 5 g/m^2 torrt salt) är i de flesta fall tillräcklig.
- Metoden har provats på vägar från 1500 ÅDT till motorväg med 12 000 ÅDT.
- Spridning har kunnat ske i upp till 60 km/tim.

I en delrapport från den sista vinterns försök illustreras olika metoders känslighet för återfrysning med ett antal exempel (Högström, Karlsson, Ölander & Eriksson, 1990). Några av exemplen återges nedan.

Exempel 1: Återfrysningstemperatur vid förebyggande halkbekämpning (saltmängd 5 g/m^2) på fuktig vägbana (fuktmängd 15 g/m^2). Saltning under lågtrafik nattetid.

Torrt salt:	-21°C (15 g vatten /m^2 i vätskan på vägen)
Befuktat salt:	-21°C ($15+1 \text{ g vatten /m}^2$ i vätskan på vägen)
Saltlösning:	-11°C ($15+15 \text{ g vatten /m}^2$ i vätskan på vägen)

Exempel 2: Återfrysningstemperatur vid förebyggande halkbekämpning (saltmängd 5 g/m^2) på blöt vägbana (fuktmängd 60 g/m^2). Saltning under lågtrafik nattetid.

Torrt salt:	-6°C (60 g vatten /m^2 i vätskan på vägen)
Befuktat salt:	-6°C ($60+1 \text{ g vatten /m}^2$ i vätskan på vägen)
Saltlösning:	-5°C ($60+15 \text{ g vatten /m}^2$ i vätskan på vägen)

Exempel 3: Samma förutsättningar som i exempel 1, men trafikens inverkan gör att saltmängden reduceras. Efter 500 axelpar antas saltmängden ha reducerats till följande mängd av den utlagda:

Torrt salt till 0.5 g/m^2 , befuktat salt till 0.6 g/m^2 och saltlösning till ca 4 g/m^2 .

Torrt salt: -3°C

Befuktat salt: -4°C

Saltlösning: -10°C

Slutsatsen man drar av exemplen är att det inte finns några generella svar på frågan om vilken metod som är känsligast för återfrysning. Uppfattningen är dock att saltlösning är att föredra på högtrafikerade vägar där väglaget inte är alltför blött. Däremot utfärdas en varning för att använda saltlösning i samband med alltför fuktiga vägbanor på lågtrafikerade vägar. Vid sådana situationer är befuktat salt att föredra.

(Stötterud & Reitan, 1992)

Norska Vägverket startade ett testprogram för halkbekämpning med saltlösning 1989. Syftet var att undersöka lämpligheten med saltlösning för norska förhållanden. Väglaget på vägar saltade med saltlösning jämfördes med väglaget på vägar saltade med torrt eller befuktat salt. Andra frågeställningar var under vilka förhållanden som användning av saltlösning var lämpligt och vilka mängder som krävdes vid olika temperaturer, nederbörds mängder och väglag.

Olika anläggningar för framställning av saltlösning samt två olika spridare (spridare med tallrik samt munstycken) testades också.

Resultaten från försöken visade att saltlösning lämpar sig väl för preventiva åtgärder. Effekten är omedelbar och varar minst 12 timmar. Saltlösning kan användas vid temperaturer ned till -10°C och i mängder på $10\text{--}20 \text{ g/m}^2$. Saltlösning är i detta fall bättre än torrt och befuktat salt.

Saltlösning är också bättre än torrt och befuktat salt på frost och tunn is. Det kan användas vid temperaturer ned till -10°C om inte luftfuktigheten överstiger 85 %, då den lägsta temperaturen anses vara -6°C . Spridningsmängder mellan 10 och 20 resp. 30 g/m^2 rekommenderas. Om antalet fordon per timme understiger 30 sägs en risk för återfrysning föreligga.

Man anser också att saltlösning fungerar lika bra som befuktat salt för preventiva åtgärder inför snöfall. I samband med snöfall krävs dock över lag större insatser med saltlösning än med torrt och befuktat salt.

Saltlösning är olämpligt att använda vid större mängder underkylt regn samt på packad snö och tjock is.

2.2 Alternativa kemiska halkbekämpningsmedel

(Öberg, Gustafson & Axelson, 1991)

Inom MINSALT-projektet testades ett stort antal alternativa kemiska halkbekämpningsmedel, vissa enbart i laboratorium och andra både i laboratorium och under mer fältmässiga förhållanden. Även litteraturstudier genomfördes.

Några av de undersökta kemikalierna var:

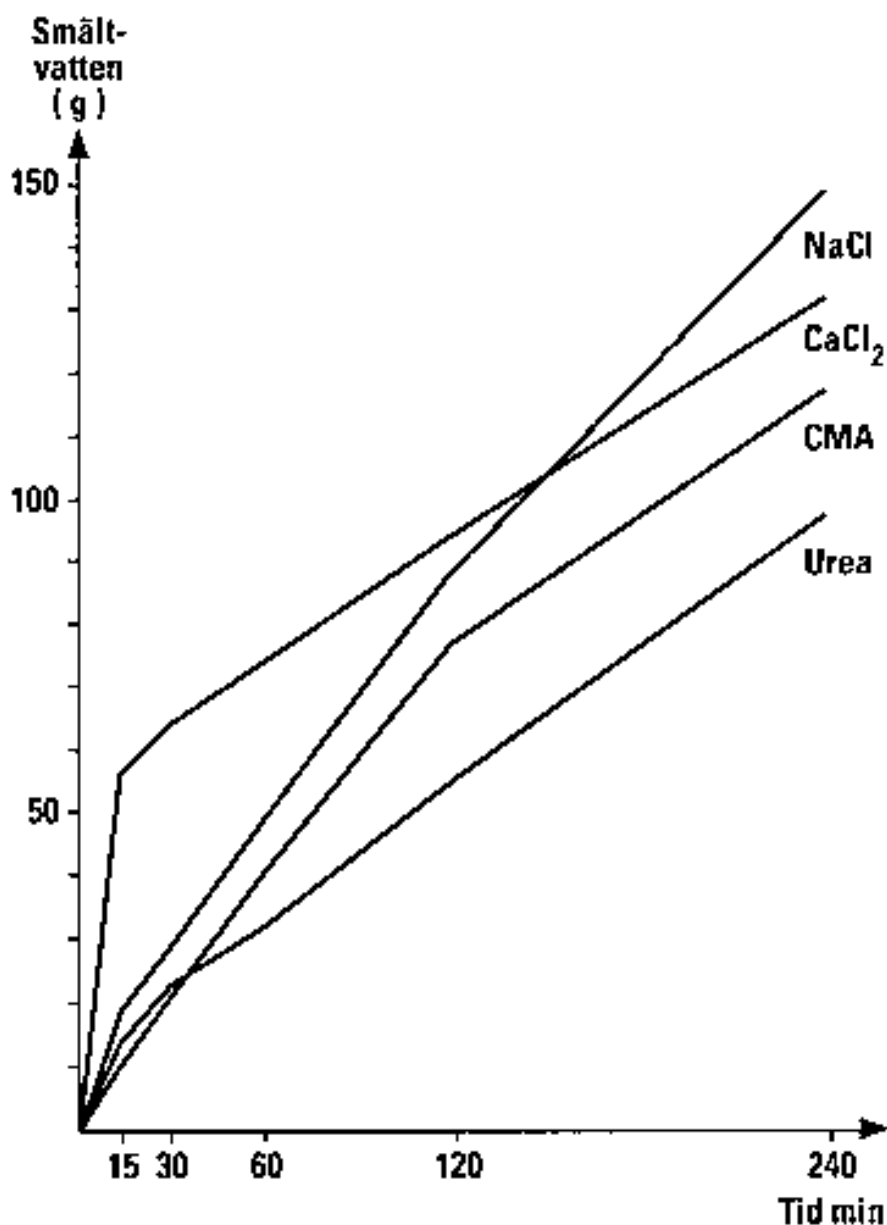
- Kalcium Magnesium Acetat (CMA)
- Kalciumklorid
- Urea
- Natriumformiat
- Kaliumacetat

CMA var den kemikalie som genomgick den mest omfattande undersökningen. Mycket kortfattat kan några av resultaten från undersökningarna sammanfattas enligt nedan:

- CMA är något mindre korrosivt mot bilplåt än NaCl
- CMAs inverkan på betong beror på CMA-lösningens koncentration, temperaturen och betongens kvalitet. Under viss förhållanden var CMA skadligare än NaCl, under andra gällde det motsatta förhållandet.
- CMA har en långsammare smälteffekt än NaCl (Se figur 2 nedan). Ju lägre temperatur desto större skillnad.
- På grund av det höga priset (15-16 gånger vid denna tidpunkt) ansågs det inte vara möjligt att ersätta NaCl med CMA

Om CaCl_2 skriver man att det har en eutektisk temperatur på -51.6°C vid en koncentration på vattenlösningen som är 30.2 %. CaCl_2 kan därmed användas vid lägre temperaturer än vad som gäller för NaCl. Jämfört med NaCl har CaCl_2 dessutom en snabbare smältaktivitet på grund av dels hygroskopiciteten som gör att saltet lättare går i lösning och dels det förhållande att CaCl_2 avger värme då det går i lösning (se figur 2 nedan). För NaCl åtgår det däremot värme när det går i lösning. Värme som tas från vägytan och som inledningsvis fördröjer smältaktiviteten något. Vid spridning av befuktat salt och speciellt vid lösnings-spridning har detta förhållande mindre eller ingen betydelse.

Av de övriga testade kemikalierna är Kaliumacetat den med näst lägst fryspunkt (ca -40°C för en 50%-ig vattenlösning). Kaliumacetat används för halkbekämpning på flygfält och har inte testats i vägsammanhang. En av de största nackdelarna med Kaliumacetat är det höga priset (mer än 20 gånger högre än för NaCl).



Figur 2 Smälteffekten hos olika halkbekämpningsmedel vid laborieförsök i -2°C . Försök på isblock. Pålagd saltmängd $20 \text{ g}/114 \text{ cm}^2$. (Ur (Öberg, Gustafson & Axelsson, 1991))

(Persson & Ihs, 1998)

Denna litteraturstudie genomfördes för att undersöka möjligheten att använda CaCl_2 för halkbekämpning som alternativ till NaCl . CaCl_2 har tidigare haft en viss användning för halkbekämpning, men används idag endast som dammbindningsmedel sommartid. Den främsta orsaken till detta är den negativa effekt på betong som vissa undersökningar har visat.

I figur 1 ovan visas fasdiagrammen för NaCl och CaCl_2 . Den eutektiska temperaturen för CaCl_2 är $-51,6^{\circ}\text{C}$ för en koncentration av 30,2 %. CaCl_2 kan därmed åtminstone teoretiskt användas vid lägre temperaturer än vad som gäller för NaCl .

Av fasdiagrammet kan även saltets smälteffekt delvis utläsas. Då salt smälter snö och is på vägbanan innebär det att saltlösningen spädes ut till allt lägre koncentration, dvs. man går till vänster på saltlösningsskurvan i figuren. För en bestämd koncentration betyder det att ju lägre kurvan ligger, desto lägre är smälttemperaturen, fryspunkten. Det betyder alltså att, eftersom löslighetskurvan för NaCl ligger högre än för CaCl₂, det krävs större koncentration (mer mängd kemikalie) hos NaCl än hos CaCl₂ för att uppnå en viss bestämd frystemperatur.

Det konstateras dock att det vid praktiska försök inte har gått att påvisa någon nämnvärd skillnad i effekt av NaCl och CaCl₂ vid de temperaturer man normalt utför kemisk halkbekämpning, dvs. över -10°C. Det finns däremot studier som visar att vägbanan förblir våt en längre tid med CaCl₂ än med NaCl.

Några studier där CaCl₂ används för halkbekämpning vid lägre temperaturer redovisas inte.

3 Mekanisk halkbekämpning

(Öberg, 1978)

Trafik- och friktionsstudier genomfördes i norra Dalarna under februari 1977 för att studera sandningens friktionshöjande effekt, friktionshöjningens varaktighet och trafikanternas anpassning av hastigheten. Mätningarna utfördes på vägsträckor som normalt sandas, dvs. med trafikflöden under 1500 fordon/dygn. Sammanfattningsvis så fann man följande:

- Förändringen av vägytans genomsnittliga friktion varierade från en sänkning av friktionen med 0.03 till en höjning av friktionen med 0.18. I genomsnitt höjdes friktionen med 0.09.
- Förändringen i medelhastighet varierade från en sänkning med ungefär 4 km/tim till en höjning med ungefär 11 km/tim. I genomsnitt höjdes medelhastigheten med 2.4 km/tim.
- Förändringen i den beräknade medianstoppsträckan varierade från en förlängning av stoppsträckan med 8 m till en förkortning med 19 m. I genomsnitt blev det en förkortning av stoppsträckan med 8 m.
- Det friktionstillskott som sandningen medförde avtog kontinuerligt och efter ca 300 fordonspassager var tillskottet borta.
- Den hastighetsökning som observerades efter sandning var relativt kortvarig. Hastighetsökningen antas inte primärt kunna förklaras av den faktiska friktionsnivån utan snarare av den förväntan på bra friktion som en nysandad väg bana kan ge.

Av den första punkten framgår att friktionen vid ett uppföljningstillfälle försämrats efter sandning. Vid detta tillfälle användes nyblandad sand (med salt) och temperaturen varierade mellan -4 och -8°C. Slutsatsen av detta var att det inte är lämpligt att använda nyblandad sand i det temperaturintervall där saltet är verksamt. I sanden ingår en så pass liten mängd salt att det endast förmår smälta av ett ytskikt som sedan fryser igen och om sanden då redan har blåst bort kan ett halare väglag erhållas.

(Öberg, Gustafson & Axelson, 1991)

Inom MINSALT-projektet genomfördes en del prov med alternativ till saltinblandad sand. Alternativen som provades kan indelas i tre kategorier:

- Kalkprodukter
- Saltfria stenmaterial
- Övriga material

De kalkprodukter som provades var krossad kalksten och Absol (=Adsol). Med krossad kalksten erhöles likvärdig halkbekämpningseffekt som med saltinblandad sand. Vid en ekonomisk bedömning av lämpligheten med att använda kalksten måste kostnaderna för frakt från fyndighet till spridning tas med.

Absol respektive Absolinblandad sand framstod inte som några riktigt intressanta alternativ bland annat pga. känslighet ur lagringssynpunkt samt damningsproblem. En av fördelarna var dock en minskad giva jämfört med normal sandgiva.

Ett av de saltfria material som tas upp i rapporten är s.k. fraktionsmaterial, även benämnt stenflis eller krossgrus, och vanligen med storleken 2–5 mm. På lager av packad snö och is har fraktionsmaterialet bra förmåga att arbeta sig ned i underlaget och ligga kvar, vilket ger god långtidseffekt. Fraktionsmaterial på blöt vägbana som fryser kan fastna i isen och höja friktionen. Ett problem kan dock vara att sprida materialet så att det stannar kvar på vägbanan. Följande fördelar räknas upp:

- Bättre långtidseffekter, vilket minskar spridningsfrekvensen.
- Bättre friktion
- Kräver ingen saltinblandning
- Kan återanvändas
- God tillgång

Nackdelarna är främst följande:

- Dålig effekt vid frosthalka
- Stenskott. Lacksador samt ”blästring” av fordons underred och skärmar.
- Besvär för cyklister (punkteringar)

Resultat ifrån prov med uppvärmt sandningsmaterial, som genomförts av Vägverket, redogörs också kortfattat för. Uppvärmningen skedde i samband med spridning och olika metoder provades, bland annat het vattenånga och gasoluppvärmning. Problemet var att få rätt temperatur på stenen då den faller på vägytan.

För hög temperatur innebär att stenen smälter ned för djupt och då inte har någon halkbekämpningseffekt medan för låg temperatur innebär att stenen inte fastnar.

Även möjligheten att använda slaggprodukter från järn- och stålindustrin övervägdes. Analyser genomförda av Statens provningsanstalt visade dock att detta är tveksamt ur miljösynpunkt.

(Borland & Blaisdell, 1992)

I rapporten beskrivs en utvärdering av den friktionsförbättringen på istäckta beläggningar som erhålls med sand av olika gradering. Undersökningen gjordes på uppdrag av FAA (Federal Airway Administration) och var därför inriktad på jämföra den korngradering som specificeras av FAA med korngradering som specificeras av andra instanser (SAE, ASTM och Transport Canada) för flygfältsändamål samt med ett mer finfördelat material (se tabell 1 nedan).

Tabell 1 Kornstorlek för sand- och ursprungsmaterial i studien (Viktsprocent som är finare)

Sikt							
Nummer	Öppning (mm)	TC	FAA	SAE	ASTM	Fine	Ursprung*
4	4.75	100	100	100	100	100	100
8	2.36	42.8	97.7	99.0	97.7	100	87.7
16	1.18	20.3	57.2	71.1	95.1	100	58.3
30	0.59	7.9	19.3	11.9	68.8	83.9	26.1
50	0.30	1.3	3.5	1.4	28.2	38.1	11.5
80	0.18	0.5	1.1	0.5	11.0	18.7	6.4
100	0.15	0.4	0.7	0.4	7.6	15.0	5.2

*Det material som tagits från gruset och siktats för att framställa samtliga testade sandfraktioner.

Friktionen mättes med fixt slip. Alla tester genomfördes på ett isskikt i ett stort kylt rum vid två lufttemperaturer och två istemperaturer. För att representera "kalla" förhållanden hölls isen på en temperatur av -10°C och luften på -12°C. "Varma" isförhållanden representerades av en istemperatur på -3°C och en lufttemperatur på -1°C. Vid försöken uppvärmdes sanden till 70°C för spridning. Några försök med lägre temperaturer (3 och 20°C) på sanden genomfördes också. Olika spridningsmängder testades också.

Sammanfattningsvis fann man att grov sand såsom "TC-sanden" gav störst förbättring av friktionen på kall (-10°C) is. På is straxt under smälttemperaturen gav sand med stor andel finmaterial den högsta friktionen. Sand som till största delen var sammansatt av korn mellan 1 och 2 mm i diameter, såsom "SAE-sanden", uppvisade god effekt vid båda testtemperaturerna.

Man konstaterade också att applikationsmängden av sand på isytan har större betydelse för friktionen än korngraderingen. Effekten av temperaturen på sanden vid spridningen kan också lätt överskugga sandtypen. Sand med en stor andel 1-2 mm:s korn uppvärmd till 70°C håller temperaturen tillräckligt länge för att säkerställa en god bindning till isen. Logistiska orsaker bedömdes dock styra vilken nivå på sandtemperaturen som är rimlig.

För flygfältsändamål rekommenderades sand av typen "SAE-sand".

Slutligen ansåg man det vara fullt möjligt att ta fram ett matematiskt uttryck som beskriver sambandet mellan sandtyp (andel finmaterial), istemperatur, applikationsmängd, applikationstemperatur och bromsfriktion.

(Hossain, Bajorski & Yang, 1997)

Friktionsegenskaper hos sand och sand-salt blandningar som funktion av temperatur, fraktioner och applikationsmängder har undersökts i denna studie. Syftet med studien var att identifiera den/de mest lämpliga kombinationen/erna av sand eller sand-saltblandningar med hjälp av laboratorieförsök. Laboratorieförsöken utfördes på isskikt i ett kylrum och utvärderingen baserades på friktionsmätningar med en s.k. "British pendulum tester" (BPT). Fyra temperaturer, tre fraktioner, fyra saltlösningsskoncentrationer och fyra applikationsmängder undersöktes. Nackdelen med denna typ av laboratorietester är dock att bara friktionsförbättringen initialt erhålls men de säger inget om variabiliteten.

Tre kategorier av material testades: enbart sand, sand-saltblandningar samt sand-saltlösningssblandningar. Resultaten för de tre kategorierna redovisas nedan.

Enbart sand

I stort sett samma friktion uppmättes på bar is som på is som sandats med kall sand vilken lagrats i kylrummet. Friktionen påverkades inte signifikant av temperatur, fraktioner eller applikationsmängder.

Vid sandning med sand som förvarats i rumstemperatur förbättrades friktionen dramatiskt enligt författarna – friktionen ökade också med applikationsmängd och fraktion.

Sand-saltblandning

Sand-saltblandningar fungerade bättre än sand vid låga temperaturer (under -12°C) om sandtemperaturen hölls nära istemperaturen. Friktionstalen vid applicering av enbart salt varierade från 15 till 25. En 2:1 blandning av sand-salt (i vikt) med en giva av 0.5 g på en isyta som var 100×200 mm resulterade i en friktion på 20 till 32.

Sand-saltlösningssblandning

Med enbart saltlösning erhöles ett friktionstal på 15 till 24, beroende på istemperatur och saltlösningens koncentration. Friktionen minskade generellt med låga koncentrationer och låga temperaturer. Användning av saltlösning med sand resulterade i signifikant högre friktion. Vid låga temperaturer (under -12°C) erhålls friktionen genom bindningen mellan sanden och isen. Vid temperaturer över $-9,5^{\circ}\text{C}$ konstaterade man dock att även enbart saltlösning ökade friktionen genom att isytan ruggades upp.

Vid låga temperaturer (under -12°C) erhöles bäst resultat med en 2.5 % saltlösning och en giva av 2 g sand-saltlösningssblandning (1:1 blandning) på en isyta som var 100×200 mm. Även 1 g gav dock acceptabel friktion (friktionstal ca 40).

För temperaturer över -12°C fann man att det var mest effektivt att blanda sanden med en 25 %-ig saltlösning i förhållandet 2:1. Med 1 g av denna blandning på isytan (100×200 mm) erhöles ett friktionstal på ca 40 vid -7°C .

Resultaten översattes också för fältbruk på isbelagda vägar för att förbättra friktionen.

Vägytetemperaturer över -12°C

Vid vägytetemperaturer över -12°C kan visserligen rumstempererad sand förbättra friktionen, men man anser det inte vara lönsamt att värma sand vid

åtgärder i fält. Bästa lösningen anses vara sand blandat med mättad saltlösning i förhållandet 2:1 och en giva på 183 kg/lane-km. Laboratorieförsöken indikerade att även en lägre giva på 100 kg/lane-km skulle kunna användas.

Vid vägytetemperaturer under -12°C

Bästa metod i laboratoriemiljö var en blandning av den mer finkorniga sandtypen som ingick i försöken och saltlösning (2.5 %) i förhållandet 1:1. Giva omräknad till fältförhållande skulle då vara 183 kg/lane-km. Denna giva och blandningsförhållandet ansågs dock vara väl högt för praktiska användning. En lägre giva på 100 kg/lane-km skulle kunna användas istället. Ett alternativ som gavs vara en 1:2 blandning av samma finkorniga sand och salt samt en giva på 183 kg/lane-km. Man ansåg dock att ytterligare studier av dessa två, enligt författarna, lovande alternativ behövdes för detta temperaturområde.

(Statens vegvesen, 1999)

Under vintersäsongen 1998/99 utfördes försök med två varmsandningsmetoder. Försöket ingick som en del i det s.k. Vinterfriksjonsprosjektet som startade hösten 1997 och som ska slutrapporteras 2002. Syftet med det senare projektet är att ta fram vilka friktionsåtgärder och metoder som bör användas under givna förhållanden (bl.a. med hänsyn tagen till trafik- och klimatförhållanden). Projektet är driftsorienterat och syftar till att komma fram till praktiskt användbara metoder och rekommendationer.

De två metoderna som utvärderades i försöket kallas Friction Maker och Hottstone.

Metoden Friction Maker baseras på att varmt vatten med en temperatur på 95°C tillsätts sanden i samband med spridningen av sanden.

I metoden Hottstone sker uppvärmning av sanden med hjälp av dieselbrännare och en värmekassett monterade i sandbehållaren på spridarbilen. Värmekassetten består av totalt 13 rör som leder varmluft från dieselbrännaren. Med denna metod är det möjligt att värma sanden till över 180°C. Det visade sig dock under försöken att det var svårt att få hela sandmängden genomvärd till erforderlig temperatur.

Försöken genomfördes dels på en avstängd testbana och dels på två vägar under ordinarie driftsförhållanden. Försöken utfördes för vägar med ÅDT upp till ca 3000 och för temperaturer i intervallet mellan +2 och -15°C. Vid samtliga försök genomfördes också sandning med kalla material. Utvärderingen gjordes med hjälp av friktionsmätningar med en s.k. Roar-mätare.

Följande huvudresultat erhöles från försöken:

- Friction Maker har det bredaste användningsområdet med hänsyn till väglag. Friction Maker kan användas både på snö- och istäcke och på tunna ishinnor.
- Hottstone är beroende av ett jämnt snö- och istäcke på minst 1–2 cm för att verka effektivt.
- Temperaturmässigt verkar det inte vara några särskilda begränsningar för någon av metoderna. På ett fast underlag har båda metoderna en klart bättre effekt än kall sand under alla temperaturförhållanden då det är aktuellt med sandning.

- Om snö inte är hårdpackad eller det är lös snö på vägytan reducerar detta effekten av varmsand både vad gäller friktionshöjning och varaktighet av åtgärd.
- Varmsandmetoderna är mycket lovande men det finns förhållanden då traditionell sandning fortfarande måste användas, t.ex. på våt is.
- För att uppnå önskad effekt och varaktighet av Friction Maker är det viktigt att blandningen av vatten och sand är jämn.
- För Hottstone är det viktigt att det är en korrekt temperatur på sandningsmaterialet i förhållande till underlaget.

I rapporten sammanfattas också erfarenheterna från den personal som varit knuten till provdriften samt deras förslag till förbättringsområden för de två varmsandmetoderna.

När det gäller Friction Maker hade man funderingar kring vilken fraktion på materialet som ger bäst effekt. Det material som användes i försöken var 0–4 mm naturgrus (90 % <2 mm). Man funderade också över om det skulle vara möjligt att minska doseringen (givan) för att öka räckvidden med spridarbilen. I det senare ligger också försök med olika vattenmängder.

Vid försöken med Hottstone förekom en hel del problem med utrustningen. Det tog också hela 5 timmar att få upp temperaturen i grusmaterialet till erforderliga 180°C. Denna tid ansågs behöva minskas väsentligt för att man ska kunna gå vidare med konceptet. Ett förbättringsförslag var att montera en omrörare i sandbehållaren.

Vad gäller varaktigheten av en åtgärd med varmsandmetoderna anser man att under normala och stabila förhållanden utan nederbörd så är denna 10–20 gånger den man uppnår med traditionell sandning. Detta i sin tur skulle kunna innebära att man kan täcka fler rutter med samma bil.

4 Övriga metoder

Utöver saltning och sandning utgör även snöröjning och hyvling åtgärder som har effekt på friktionen. Dessa åtgärder utförs primärt för att röja undan snö/snömodd samt jämna till ytan på snövägbanan men kan även förväntas ha en friktionshöjande effekt genom att ytan på snö- och istäcket ruggas upp av hyvelskäret. Några senare studier av just denna effekt har dock inte träffats på.

5 Pågående och planerad FoU

Sverige

Inför PIARC kongressen i Luleå i mars 1998 genomfördes försök med Friction Maker och Hotstone i Örnsköldsvik. Någon rapport finns ej publicerad från dessa försök. Resultaten från försöken, bland annat jämförande friktionsmätningar, var dock positiva och försök med båda metoderna har senare genomförts även i Norge (se ovan).

Under vinter 1999/2000 genomförs ytterligare försök med Friction Maker i Östersundstrakten.

Norge

I Norge pågår sedan hösten 1997 det så kallade "Vinterfriksjonsprosjektet". Projektet tar upp praktiska, tekniska och ekonomiska frågeställningar med anknytning till optimal vinterdrift. Målet är att komma fram till metoder och rekommendationer som kan komma till praktisk användning i form av underhållsstandarder. Arbetsprogrammet består av följande huvudteman:

- Metoder som ska undersökas
- Översikt över aktuell maskinutrustning
- System för utvärdering av åtgärder
- Vetenskapliga mätningar/fältmätningar
- Miljöeffekter knutna till användning av halkbekämpningsmedel
- Kostnader i samband med användning av halkbekämpningsmedel
- Modeller
- Rekommendationer för driftsrutiner
- Organisation av snöröjnings- och salttjänsterna
- Metoder för mätning och rapportering av utfört underhåll
- Upplärning och kunskapsförmedling
- Litteraturstudier
- Vad sker internationellt?

Projektet beräknas slutrapporteras under första halvåret av 2002.

Testerna med Friction Maker och Hottstone ingick som ett delprojekt inom detta projekt.

Finland

Kontakt har tagits med Olli Penttinen på Finska Vägverket (FINNRA) som via mail kortfattat har redogjort för deras FoU-planer inom området.

FINNRA har i sitt FoU-program för år 2000 ett projekt på temat halkbekämpning vid låga temperaturer. Projektet planeras pågå i ca två år men någon detaljerad projektplan är ännu inte framtagen.

Det problem man diskuterar är vilka åtgärder som ska vidtas på huvudvägarna när salt inte går att använda men fuktigheten bildar is och halka på vägytan till följd av förändrad av temperatur. På lågtrafikerade vägar är situationen ofta annorlunda. Sandningen fungerar här något bättre eftersom hastigheterna är lägre samt genom att sandkornen fäster bättre på packad snö. Inte heller här anser man dock att problemet är helt löst.

De frågeställningar man har framställt är t.ex.

- Vilken struktur ska isytan ha för att ge tillfredställande friktion utan sand?
- Har kan man "forma" isytan så att friktionen ökar?
- Hur kan man få sanden att fästa bättre vid isytan?

Tekniikan maailma – magasin (Teknikens Värld) har under många år genomfört jämförande tester av vinterdäck beträffande friktion och köregenskaper under vinterförhållanden. Testerna har utförts på olika isytor.

På FINNRA har man fört preliminära diskussioner om att utnyttja det kunnande som finns hos dem som utfört dessa tester.

För mer än 10 år sedan genomförde VTT på uppdrag av FINNRA laboratorieundersökningar med olika slags sand på vägytor med låga

temperaturer. Inga ”bra” resultat erhöles enligt Olli Penttinen. Het sand var bäst men metoden ansågs vara för dyr.

Olli Penttinen är intresserad av fortsatta diskussioner för att mer exakt definiera kärnproblemen och för att finna rätt sätt att undersöka dessa.

USA

NCHRP 20-5 Synthesis of Practice:

Use and effectiveness of abrasives for providing friction on roads and runways.

Som bakgrund till projektet skriver man att väg- och banhållarna i USA spenderar över 100 000 000 \$ varje år på sand för att förbättra friktionen på snö- och istäckta vägar och rullbanor. Medan detta nästan är allmän praktik så har senare studier indikerat att sand är av begränsad nytta i vinterväghållningen eftersom den så snabbt svepts bort av trafiken. Under senare tid har vissa ”State Departments of Transportation” börjat begränsa användandet av sand. Flera städer har kraftigt begränsat användandet av sand av hänsyn till luftkvaliteten.

Informationen om optimala givor och under vilka förhållanden som sandning är effektivt sägs vara begränsad.

Syftet med projektet är att fastställa kunskapsläget vad gäller användning av sand genom litteraturstudier, genom en översyn av vilken praxis olika väghållare har samt genom en översyn av inverkan på miljön. Svar på följande nyckelfrågor söks:

- Kriterier som används för att avgöra hur och under vilka villkor som sand ska användas
- Vid vilka omständigheter sandning är mest effektivt och/eller ineffektivt.
- Kostnader för sandupptagning och –lagring
- Inverkan på miljön
- Resultaten från forskning om effektiviteten av sandning och hur de överensstämmer med verklig praxis
- Effekten av metoder, utrustning, material, gradering och tillförsel av kemikalier på effektiviteten med sandning.

Studien beräknas pågå under 18 månader.

Det är oklart om projektet har påbörjats ännu.

6 Slutsatser

Vilken saltningsmetod som har den lägsta praktiska användningstemperaturen beror bland annat mycket på vilket väglag som råder, eller snarare hur stor mängd vätska som finns på vägen, samt trafikmängden. Det bedöms fortfarande finnas ett behov av forskning kring vilka metoder som i olika situationer är effektivast. Med tanke på Vägverkets strävan att minska saltspridningen vore det önskvärt med en utökad användning av saltlösning.

Vad gäller alternativa kemiska halkbekämpningsmedel så har trots stora forskningsinsatser utomlands och i viss mån även i Sverige inte framkommit några alternativ som är lika effektiva och/eller lika billiga som Natriumklorid (NaCl). Flertalet är inte verksamma ned till så låga temperaturer som NaCl och ofta är materialen betydligt dyrare.

Ett av de alternativ som har en lägre eutektisk temperatur, vilket är den teoretiskt lägsta punkt då det kan smälta is, än NaCl är CaCl_2 ($-51,6^\circ\text{C}$). CaCl_2 har

tidigare haft en viss användning inom vinterväghållningen men används idag uteslutande för dammbindning på grusvägar sommartid. Orsaken till detta är de svåra skador på betong som vissa undersökningar har visat att CaCl_2 kan ge. CaCl_2 skulle dock eventuellt kunna vara ett alternativ att ta till för punktinsatser i akuta situationer när temperaturen är så låg att NaCl inte har någon effekt.

När det gäller mekaniska halkbekämpningsmetoder så har mycket lovande resultat erhållits både i Sverige och Norge med varmsandningsmetoden Friktion Maker. Ytterligare försök genomförs även denna vinter i Sverige. För bästa effekt/varaktighet krävs långvarigt stabila väder- och temperaturförhållanden.

Uppenbarligen saknas fortfarande mycket kunskap vad gäller halkbekämpning vid låga temperaturer. Att problemet har uppmärksammats även i andra länder än Sverige framgår av de FoU-projekt som pågår i bl.a. Norge och USA samt planeras i Finland. Det bör finnas goda förutsättningar för att upprätta ett nordiskt samarbete kring problemställningen.

7 Referenser

- Borland S L & Blaisdell G L: **Braking traktion on sanded ice**. 3rd International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology. Transportation Research Board. Minneapolis, Minnesota. 1992.
- Gustafson K: **Halkbekämpningsmetoder. Kunskapsläge och aktuell forskning**. Rapport 276. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping. 1984.
- Hossain M M, Bajorski P & Yang W-S: **Frictional characteristics of sand and sand-deicer mixtures on bare ice**. 76th Annual TRB Meeting. 1997.
- Högström J, Karlsson J-Å, Ölander J & Eriksson Å: **Halkbekämpning med saltlösning**. BD-rapport 90501-46. Vägverket. Borlänge. 1990.
- Persson K & Ihs A: **Kalciumklorid i vinterväghållningen. Litteraturstudie**. Meddelande 829. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 1998.
- Stötterud R & Reitan K m: **Deicing of roads in Norway with brine**. 3rd International Symposium on Snow and Ice Control. Transportation Research Board. Minneapolis, Minnesota. 1992.
- Statens vegvesen : **Uttesting av varmsandmetodene Hottstone och Friction Maker vintern 1998/99**. Intern rapport nr 2105. Vegteknisk avdeling, Statens vegvesen. Oslo, Norge. 1999.
- Vägverket: **DRIFT 96**. Publikation 1996:16. Vägverket. Borlänge. 1996.
- Öberg G: **Effekter av sandning. Trafik- och friktionsstudier**. Rapport 164. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping. 1978.
- Öberg G, Gustafson K & Axelson L: **Effektivare halkbekämpning med mindre salt. MINSALT-projektets huvudrapport**. Rapport 369. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping. 1991.

Del 2. Behov av halkbekämpning vid låga temperaturer. Utvärdering av väglagsuppföljningarna från vintrarna 1993/94–1996/97.

1 Bakgrund

För att få en uppfattning om behovet av halkbekämpning vid låga temperaturer har väglagsuppföljningarna från vintrarna 1993/94–1996/97 undersökts. Det bör framhållas att undersökningen är relativt grov.

Datauttaget gjordes för körfält, typ K1, d.v.s. båda körfälten på vanlig tvåfältig väg samt höger körfält på motorväg, fyrfältig väg och vid stignings- och omkörningsfält. I en första omgång har endast väglagsobservationer som gjorts vid en temperatur i vägytan som är -6°C eller lägre plockats ut. För dessa observationer har följande uppgifter tagits fram.

1. Väglagsbeskrivning.
2. Friktionstillstånd.
3. Väderbeskrivning.
4. Temperatur i vägytan.
5. Regional tillhörighet.
6. Månadsuppdelning.
7. Fördelning på standardklass.

2 Väder i olika delar av landet

Som en bakgrund till redovisningarna lämnas här en kortfattad karakteristik av vädret under de fyra vintrarna. För att beskriva vädret utnyttjas uppgifter om lufttemperatur, nederbördsmängd och antal dygn med mer än 2 mm snö i smält form (snödygn). Måttet 2 mm snö i smält form motsvarar ungefär 2 cm lös snö. Vädret under vintrarna kan grovt karakteriseras enligt följande.

Vintern 1993/94

Södra och mellersta delarna av landet hade normal temperatur, normal nederbördsmängd och färre snödygn än normalt. Norra Sverige hade kallt eller normal temperatur, normal nederbördsmängd och normalt antal snödygn.

Vintern 1994/95

I södra och mellersta delarna av landet var det milt, rikligt med nederbörd och färre snödygn än normalt. Norra Sverige hade milt, normal nederbördsmängd och normalt antal snödygn.

Vintern 1995/96

Hela landet hade kallt, nederbördsfattigt och ungefär halva antalet snödygn.

Vintern 1996/97

Södra och mellersta Sverige hade milt eller normal temperatur, normal nederbördsmängd och ungefär halva antalet snödygn. Norra delarna av landet hade normal temperatur, normal nederbördsmängd och normalt antal snödygn.

3 Antal körfält av typ K1

Det totala antalet observerade körfält samt antal och andel med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre under fyra vintrar framgår av tabell 1 nedan.

Tabell 1 Totalt antal observerade körfält samt antal och andel med temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Observerade körfält	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Totalt (st.)	45 000	55 000	62 000	59 000	221 000
Med temperatur på -6°C eller lägre (st.)	7 496	5 929	16 516	12 816	42 757
Med temperatur på -6°C eller lägre (%)	17	11	27	22	19

Av tabellen framgår att antalet körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre uppgår till mellan 6 000 och 16 500 st. per vinter. Det motsvarar ungefär 10–25 % av totala antalet observerade körfält under vintern.

4 Översiktlig redovisning

I detta kapitel redovisas de sju typer av uppgifter som beskrivits ovan i bakgrunden. I kapitel 5 gör en mer detaljerad redovisning av vissa kombinationer av dessa uppgifter.

4.1 Väglagsbeskrivning

Väglagsbeskrivningen för körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre visas i tabell 2. Beskrivningen är angiven som procentuell fördelning av sju väglagsklasser.

Tabell 2 Väglagsbeskrivning för körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Procentuell fördelning. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Väglagsklass	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Torr barmark	15,0	8,3	16,7	13,1	14,2
Fuktig/våt barmark	10,5	8,5	18,7	14,7	14,6
Lös snö/snömodd	9,9	8,7	2,6	4,7	5,4
Rimfrost/tunn is	5,4	8,1	11,8	11,3	10,0
Packad snö/tjock is	40,1	47,1	26,4	35,1	34,2
Spårslitage med barmark i hjulspår	10,1	6,3	9,0	8,3	8,6
Spårslitage med tunn is i hjulspår	9,0	13,0	14,8	12,8	13,0
Totalt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Följande ungefärliga väglagsbeskrivning kan utläsas för körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre.

- Andelen barmark uppgår till mellan 15 och 35 %.
- Andelen spårslitage med barmark i hjulspåren ligger på stoleksordningen 5–10 %.
- Andelen tunn is (eller rimfrost) antingen i hjulspåren eller på i stort sett hela körfältet förekommer vid 15–25 % av observationerna.
- Andelen lös snö/snömodd ligger på 5–10 %.
- Andelen packad snö/tjock is utgör 25 à 50 % av väglagsobservationerna.

4.2 Friktionstillstånd

Friktionstillståndet redovisas uppdelat på tre klasser.

- 1 Tillfredsställande friktion.
- 2 Halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren (och då vanligen också på resten av körfältet).
- 3 Halka/svår halka förekommer inte i hjulspåren, men väl utanför dessa.

I tabell 3 redovisas friktionstillståndet på körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre.

Tabell 3 *Friktionstillstånd på körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Procentuell fördelning. Vintrarna 1993/94–1996/97.*

Friktions- tillstånd	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Tillfredsställande friktion	83,5	93,7	92,1	92,2	90,8
Halka/svår halka i hjulspåren	12,1	4,9	5,9	6,3	7,0
Halka/svår halka utanför hjulspåren	4,4	1,4	2,0	1,5	2,2
Totalt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Mellan 85 och 95 % av väglagsobservationerna har tillfredsställande friktion. Andelen "halka/svår halka åtminstone i hjulspåren" uppgår till 5 à 10 %, medan "halka/svår halka utanför hjulspåren" förekommer hos mindre än 5 procent av observationerna.

4.3 Väderbeskrivning

Väderbeskrivningen delas upp i tre klasser.

- 1 Pågående snöfall eller snödrev.
- 2 Efter att snöfall eller snödrev har upphört (0–24 timmar därefter).
- 3 Uppehållsvädertillstånd, vilket innebär att nederbörd eller snödrev inte har förekommit de senaste 24 timmarna.

Tabell 4 visar väderbeskrivningen för körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre.

Tabell 4 Väderbeskrivning för körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Procentuell fördelning. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Väder	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Pågående snöfall eller snödrev	20,5	22,1	9,9	11,2	13,9
Efter snöfall eller snödrev	26,1	32,8	30,9	20,7	27,2
Uppehållsvädertillstånd	53,4	45,1	59,2	68,1	58,9
Totalt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Sammanställningen visar att det vanligaste vädret är uppehållsvädertillstånd, vilket förekommer vid 50 till 70 % av väglagsobservationerna. Snöfall eller snödrev pågår i 10–20 % av fallen och har upphört vid 20–30 % av observationerna.

4.4 Temperatur i vägytan

Vägytans temperatur för körfält, indelad i 6 intervall från -6°C till -20°C och lägre, redovisas i tabell 5.

Tabell 5 Vägytans temperatur för körfält som är -6°C eller kallare. Procentuell fördelning. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Vägytans temperatur	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
-6,0 till -7,9°C	31,4	41,0	28,5	29,2	30,9
-8,0 till -9,9°C	21,4	23,3	20,2	21,1	21,1
-10,0 till -11,9°C	15,5	13,4	13,1	16,0	14,5
-12,0 till -14,9°C	13,3	10,4	14,7	16,7	14,5
-15,0 till -19,9°C	10,3	8,9	15,3	11,6	12,4
-20,0°C och lägre	8,1	3,0	8,2	5,4	6,6
Totalt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Helt naturligt så minskar vanligen antalet väglagsobservationer när temperaturen sjunker. Under första och fjärde vintern låg nästan 70 % av observationerna inom intervallet -6°C till -11,9°C och mindre än 10 % gjordes vid en ytemperatur -20°C och lägre.

Andra vintern var mildare, vilket medförde att nästan 80 % av observationerna låg inom intervallet -6°C till -11,9°C. I bara några få procent av fallen var det -20°C och kallare.

Under den kalla, tredje vintern låg bara drygt 60 % av observationerna inom intervallet -6°C till -11,9°C och mindre än 10 % gjordes vid en ytemperatur -20°C och lägre.

4.5 Regional tillhörighet

Den regionala tillhörigheten, angiven i form Vägverkets sju väghållningsregioner, för körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre visas i tabell 6.

Tabell 6. Regional tillhörighet för körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Procentuell fördelning. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Väghållnings-region	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Skåne	0,7	1,1	4,5	3,1	2,9
Sydöst	3,7	1,4	9,8	11,2	8,0
Mälardalen	16,5	7,9	12,0	9,6	11,6
Väst	12,4	8,7	15,3	15,1	13,8
Stockholm	2,1	2,0	4,7	3,6	3,5
Mitt	33,7	36,0	27,2	29,4	30,2
Norr	30,9	42,9	26,5	28,0	30,0
Totalt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Mellan 55 och 80 % av körfälten finns i de två nordligaste regionerna Mitt och Norr. Resterande körfält finns i huvudsak i region Mälardalen och Väst och under de två sista vintrarna även i region Sydöst.

4.6 Månadsuppdelning

Månadsuppdelningen för körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre framgår av tabell 7.

Tabell 7 Månadsuppdelning för körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Procentuell fördelning. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Månad	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
November	7,8	12,4	9,3	8,7	9,3
December	19,5	16,3	30,5	38,0	28,9
Januari	34,2	49,5	22,8	30,4	30,7
Februari	32,9	16,9	32,9	17,7	26,1
Mars	5,6	4,9	4,5	5,2	5,0
Totalt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Inte oväntat förekommer temperaturer i vägytan på -6°C eller lägre främst under högvintern, d.v.s. under december t.o.m. februari. Omkring 85 % av väglagsobservationerna härrör från denna period.

4.7 Fördelning på standardklass

Fördelningen på standardklass för körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre visas i tabell 8.

Tabell 8. Procentuell fördelning på standardklass av körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Standardklass	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
A1	0,5	0,3	1,5	1,2	1,1
A2	8,0	4,3	8,4	6,2	7,1
A3	20,1	10,5	21,9	19,6	19,3
A4	11,1	3,8	7,7	7,0	7,5
B1	32,0	48,8	36,8	41,8	39,1
B2	28,3	32,3	23,7	24,2	25,9
Totalt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Största andelen observationer av körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre, 60–80 %, förekommer på B-vägar. Därutöver förekommer 10–20 % på vägar tillhörande standardklass A3.

5 Detaljredovisning av observationer som gjorts vid en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre

Genom att kombinera olika uppgifter kan ännu mer detaljerade beskrivningar göras. T.ex. kan man visa vid vilka väglag som halka förekommer eller hur vanligt det är med halka när vägytans temperatur understiger -20°C. Eftersom ett av syftena med detaljredovisningen är att ange storleksordningar för olika tillstånd används genomgående sorten antal i stället för procent.

Nedan redovisas de beskrivningar som bedömts mest intressanta.

5.1 Väglag – halka/svår halka i hjulspår

I tabellen nedan visas vid vilka typer av väglag som halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren.

Tabell 9 Väglagsfördelning då halka/svår halka finns åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Väglagsklass	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Torr barmark	–	–	–	–	–
Fuktig/våt barmark	(3)	–	–	–	(3)
Lös snö/snömodd	142	35	82	90	349
Rimfrost/tunn is	134	25	228	117	504
Packad snö/tjock is	403	157	417	407	1384
Spårslitage med barmark i hjulspår	(4)	–	–	–	(4)
Spårslitage med tunn is i hjulspår	219	72	250	196	737
Totalt	905	289	977	810	2981

Väglagsfördelningen varierar en hel del mellan de fyra vintrarna, men som genomsnitt gäller följande. Då halka/svår halka förekommer i hjulspåren är väglaget oftast, ungefär varannan gång, packad snö eller tjock is. Vid ca 25 % av tillfällena med halka/svår halka i hjulspåren förekommer spårslitage med tunn is i hjulspåren. Väglagen lös snö/snömodd och rimfrost/tunn is förekommer i 10 à 15 % av fallen.

Det är betydligt vanligare att halka/svår halka finns åtminstone i hjulspåren än bara utanför dessa. Halka/svår halka bara utanför hjulspår förekommer vid ungefär 300, 100, 300 respektive 200 tillfällen under de fyra vintrarna. De två vanligaste väglagen är då spårslitage med barmark i hjulspåren samt torr, fuktig eller våt barmark (där det finns en hal mittsträng eller kantsträng på ett för övrigt bart körfält).

5.2 Väder – halka/svår halka i hjulspår

Tabell 10 visar vid vilka typer av väder som halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren.

Tabell 10 Väderbeskrivning då halka/svår halka finns åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Väder	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Pågående snöfall eller snödrev	332	54	195	109	690
Efter snöfall eller snödrev	193	103	378	247	921
Uppehållsväder-tillstånd	380	132	404	454	1370
Totalt	905	289	977	810	2981

Sammanställningen visar att det oftast, nästan varannan gång, råder uppehållsvädertillstånd när halka/svår halka förekommer i hjulspåren. Under första vintern är det nästan lika vanligt att halkan uppträder under pågående snöfall eller snödrev. Under de tre följande vintrarna är det i stället vanligt med halka efter det att snöfall eller snödrev har upphört.

5.3 Temperatur – halka/svår halka i hjulspår

Av nedanstående tabell framgår vid vilka temperaturer i vägytan som halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren.

Tabell 11 Temperatur i vägytan då halka/svår halka finns åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Vägytans temperatur	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
-6,0 till -7,9°C	336	141	302	294	1073
-8,0 till -9,9°C	209	58	205	176	648
-10,0 till -11,9°C	113	34	149	147	443
-12,0 till -14,9°C	105	30	156	126	417
-15,0 till -19,9°C	88	21	134	54	297
-20,0°C och lägre	54	5	31	13	103
Totalt	905	289	977	810	2981

Av tabell 11 kan utläsas att antalet väglagsobservationer med halka/svår halka i hjulspåren minskar med sjunkande temperatur.

Under första och fjärde vintern, som hade normal temperatur, låg ungefär 75 % av observationerna inom intervallet -6°C till -11,9°C. Under den milda vintern 1994/95 var denna andel 80 % och under den kalla tredje vintern knappt 70 %. Endast 2–5 % av observationerna gjordes vid en temperatur på -20°C och lägre.

Om dessa andelar jämförs med tabell 5 finner man att halka/svår halka i hjulspåren förekommer något mera sällan vid lägre temperaturer än vid högre. Skillnaderna är dock inte särskilt stora.

5.4 Region – halka/svår halka i hjulspår

I tabell 12 visas i vilka regioner som halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren.

Tabell 12 Regional fördelning av halka/svår halka åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Väghållnings-region	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Skåne	6	2	71	36	115
Sydöst	18	2	161	38	219
Mälardalen	180	34	269	101	584
Väst	125	79	154	136	494
Stockholm	15	3	82	140	240
Mitt	357	133	187	118	795
Norr	204	36	53	241	534
Totalt	905	289	977	810	2981

Det är väldigt stora variationer i antalet observationer med halka/svår halka i hjulspåren mellan olika regioner och vintrar.

Under första vintern förekommer nämnvärd halka i fyra regioner: Mälardalen, Väst, Mitt och Norr och under den milda vintern 1994/95 bara i två: Väst och Mitt. Under den kalla vintern 1995/96 finns 50 observationer eller fler med halka i alla regioner. Störst antalet finns i region Mälardalen med nästan 270 st. Även under sista vintern finns mycket halka i många regioner. Flest observationer med halka finns då i region Norr.

Om antalet körfält med halka/svår halka i hjulspår jämförs med totala antalet observerade körfält (med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre) så ligger regionerna relativt väl samlade runt 10–15 % halka/svår halka under vintern 1993/94. Under övriga vintrar finns däremot tydliga regionala skillnader. Vintern 1994/95 varierar andelen halka/svår halka i hjulspår mellan 1 % i region Norr och 15 % i region Väst och under tredje vintern mellan 1 % i region Norr och 15 % i region Mälardalen. Variationerna under fjärde vintern är ännu större, från 3 % i region Sydöst och Mitt till 30 % i Stockholm.

5.5 Månad – halka/svår halka i hjulspår

I tabell 13 visas under vilka månader som halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren.

Tabell 13 Månadsuppdelning av halka/svår halka åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Månad	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
November	52	37	95	109	293
December	161	61	368	320	910
Januari	326	133	159	234	852
Februari	317	47	352	108	824
Mars	49	11	3	39	102
Totalt	905	289	977	810	2981

Uppdelningen på månad av när halka/svår halka förekommer i hjulspåren liknar mycket fördelningen av väglagsobservationer på körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre enligt tabell 7. Detta innebär att omkring 85 % av såväl väglagsobservationer som halkor förekommer under december t.o.m. februari. Det finns dock en tendens till att halkor förekommer något oftare än observationer under denna period.

5.6 Standardklass – halka/svår halka i hjulspår

Fördelning på standardklass av halka/svår halka åtminstone i hjulspåren framgår av nedanstående tabell.

Tabell 14 *Fördelning på standardklass av halka/svår halka åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.*

Standardklass	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
A1	–	1	7	2	10
A2	60	2	68	15	145
A3	212	16	229	105	562
A4	98	12	80	51	241
B1	266	168	241	368	1043
B2	269	90	352	269	980
Totalt	905	289	977	810	2981

För A- standardvägar liknar fördelningen i tabellen ovan, av när halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren, mycket fördelningen på standardklass av körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre. Jämför tabell 8.

För vägar i standardklass B1 förekommer halka i hjulspår relativt sett mera sällan. För B2- vägar är det tvärtom; andelen observationer i standardklass B2 är i genomsnitt 26 % och andelen halka/svår halka i hjulspår 33 %. Detta senare hänger bl.a. samman med att friktionskravet på B2-vägar är ”fria från svår halka”.

6 Detaljredovisning av observationer som gjorts vid en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre

För att belysa hur behovet av halkbekämpning förändras om temperaturgränsen i vägytan väljs till -12°C i stället för till -6°C har ytterligare ett datauttag gjorts. Beskrivningen av dessa resultat görs på i princip samma sätt som i föregående kapitel. Endast körfält med halka/svår halka åtminstone i hjulspåren redovisas. Den sort som används är antal observationer.

Först och främst kan konstateras att antalet observationer med halka/svår halka i hjulspår minskar kraftigt om temperaturgränsen sätts till -12°C i stället för -6°C. Minskningen är nästan 75 % i genomsnitt under de fyra vintrarna.

6.1 Väglag – halka/svår halka i hjulspår

I tabellen nedan visas vid vilka typer av väglag som halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren.

Tabell 15 Väglagsfördelning då halka/svår halka finns åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Väglagsklass	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Torr barmark	–	–	–	–	–
Fuktig/våt barmark	–	–	–	–	–
Lös snö/snömodd	6	3	7	17	33
Rimfrost/tunn is	40	3	96	25	164
Packad snö/tjock is	145	39	120	106	410
Spårslitage med barmark i hjulspår	(1)	–	–	–	(1)
Spårslitage med tunn is i hjulspår	55	11	98	45	209
Totalt	247	56	321	193	817

Väglagsfördelningen varierar en hel del mellan de fyra vintrarna, men som genomsnitt gäller följande. Då halka/svår halka förekommer i hjulspåren är väglaget oftast, ungefär varannan gång, packad snö eller tjock is. Vid 20 till 25 % av tillfällena med halka/svår halka i hjulspåren är väglaget spårslitage med tunn is i hjulspåren eller rimfrost/tunn is. Lös snö/snömodd förekommer endast i ca 5 % av fallen.

Skillnaden mot väglagsobservationerna vid $\leq -6^{\circ}\text{C}$ är framför allt att halka vid lös snö/snömodd förekommer mer sällan vid den lägre temperaturgränsen.

6.2 Väder – halka/svår halka i hjulspår

Tabell 16 visar vid vilka typer av väder som halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren.

Tabell 16 Väderbeskrivning då halka/svår halka finns åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Väder	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Pågående snöfall eller snödrev	29	2	27	12	70
Efter snöfall eller snödrev	51	20	118	38	227
Uppehållsvädertillstånd	167	34	176	143	520
Totalt	247	56	321	193	817

Sammanställningen visar att det mycket ofta, nästan två gånger av tre, råder uppehållsvädertillstånd när halka/svår halka förekommer i hjulspåren. Vid ca 30 % av observationerna karaktäriseras vädret av att snöfall eller snödrev förekommit inom 24 timmar. Det är inte så vanligt med halka/svår halka i

hjulspåren under pågående snöfall/snödrev vid en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre.

Skillnaden mot väderbeskrivningarna vid $\leq -6^{\circ}\text{C}$ är framför allt att halka förekommer väsentligt mer sällan vid pågående snöfall/snödrev och betydligt oftare vid uppehållsvädertillstånd.

6.3 Temperatur – halka/svår halka i hjulspår

Av tidigare redovisad tabell 11 framgår vid vilka temperaturer i vägytan som halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren.

6.4 Region – halka/svår halka i hjulspår

I nedanstående tabell visas i vilka regioner som halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren.

Tabell 17 Regional fördelning av halka/svår halka åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Väghållnings-region	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
Skåne	–	–	5	5	10
Sydöst	–	–	16	17	33
Mälardalen	15	1	131	24	171
Väst	16	16	38	50	120
Stockholm	3	–	26	3	32
Mitt	111	36	71	33	251
Norr	102	3	34	61	200
Totalt	247	56	321	193	817

Det är väldigt stora variationer i antalet observationer med halka/svår halka i hjulspåren mellan olika regioner och vintrar.

Under första vintern förekommer nämnvärd halka i fyra regioner: Mälardalen, Väst, Mitt och Norr och under den milda vintern 1994/95 bara i två: Väst och Mitt. Under den kalla vintern 1995/96 finns 25 observationer eller fler med halka i alla regioner utom Skåne och Sydöst. Störst antalet finns i region Mälardalen med över 130 st. Även under sista vintern finns en hel del halka i många regioner. Flest observationer med halka förekommer då i region Väst och Norr. Som genomsnitt under de fyra vintrarna finns halka i hjulspåren främst i regionerna Mälardalen, Väst, Mitt och Norr

Om dessa resultat jämförs med observationerna vid $\leq -6^{\circ}\text{C}$ så är mönstren mycket likartade. Den enda skillnaden, förutom att antalet observationer är lägre, är att variationerna är större mellan regioner med milt respektive kallt klimat.

6.5 Månad – halka/svår halka i hjulspår

I tabell 18 visas under vilka månader som halka/svår halka förekommer åtminstone i hjulspåren.

Tabell 18 Månadsuppdelning av halka/svår halka åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Månad	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
November	9	5	9	17	40
December	63	3	133	97	296
Januari	69	48	67	49	233
Februari	91	–	112	25	228
Mars	15	–	–	5	20
Totalt	247	56	321	193	817

Fördelningen på månad av när halka/svår halka förekommer i hjulspåren vid en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre liknar mycket motsvarande fördelning vid temperaturen -6°C eller lägre. Se tabell 13. Skillnaden är att halkan är mer koncentrerad till perioden december–februari vid den lägre temperaturen.

6.6 Standardklass – halka/svår halka i hjulspår

Fördelning på standardklass av halka/svår halka åtminstone i hjulspåren framgår av nedanstående tabell.

Tabell 19 Fördelning på standardklass av halka/svår halka åtminstone i hjulspåren. Antal observationer bland körfält som har en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre. Vintrarna 1993/94–1996/97.

Standardklass	Vinter				
	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	Alla
A1	–	–	2	–	2
A2	7	–	33	2	42
A3	47	1	85	30	163
A4	10	2	24	14	50
B1	123	34	81	77	315
B2	60	19	96	70	245
Totalt	247	56	321	193	817

Det är inga påtagliga skillnader i hur halka/svår halka i hjulspåren fördelas på olika standardklasser vid vägytetemperaturerna $\leq -6^{\circ}\text{C}$ respektive $\leq -12^{\circ}\text{C}$. Jämför med tabell 14. Som genomsnitt under de fyra vintrarna förekommer 70 % av halkorna på B-vägar och 20 % på A3-vägar.

7 Sammanfattning

Följande sammanfattning kan göras av genomgången ovan.

Observerade körfält med temperatur i vägytan på -6°C eller lägre.

- Antalet observerade körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre uppgår till mellan 10 och 15 % av det totala antalet observerade körfält under vintern.
- De dominerande väglagen på sådana körfält är packad snö/tjock is (25–50 %), barmark (15–35 %) och tunn is/rimfrost antingen bara i hjulspåren eller på i stort sett hela körfältet (15–25 %).
- Mellan 85 och 95 % av de observerade körfälten har tillfredsställande friktion.
- Det vanligast vädret är uppehållsvädertillstånd, vilket förekom vid 50 till 70 % av observationerna.
- För mellan 60 och 80 % av de observerade körfälten låg temperaturen i vägytan i intervallet -6°C till $-11,9^{\circ}\text{C}$.
- Mellan 55 och 80 % av de observerade körfälten finns i de två nordligaste regionerna Mitt och Norr.
- Temperaturer i vägytan på -6°C eller lägre förekommer, inte oväntat, främst under december t.o.m. februari.
- Mellan 60 och 80 % av de observerade körfälten förekommer på B-vägar.

Observerade körfält med temperatur i vägytan på -6°C eller lägre samt halka/svår halka i hjulspår.

- Antalet observerade körfält med en temperatur i vägytan på -6°C eller lägre samt halka/svår halka i hjulspår uppgår till mellan 0,5 och 2,0 % av det totala antalet observerade körfält under vintern.
- De dominerande väglagen på sådana körfält är packad snö/tjock is (45–55 %) och tunn is/rimfrost antingen bara i hjulspåren eller på i stort sett hela körfältet (35–50 %).
- Det vanligast vädret är uppehållsvädertillstånd, vilket förekom vid 40 till 55 % av observationerna.
- För mellan 70 och 80 % av de observerade körfälten med halka i hjulspår låg temperaturen i vägytan i intervallet -6°C till $-11,9^{\circ}\text{C}$.
- Mellan 25 och 60 % av de observerade körfälten med halka i hjulspår samt temperatur i vägytan på -6°C eller lägre finns i de två nordligaste regionerna Mitt och Norr.
- Temperaturer i vägytan på -6°C eller lägre förekommer, inte oväntat, främst under december t.o.m. februari.
- Mellan 60 och 90 % av de observerade körfälten med halka i hjulspår samt temperatur i vägytan på -6°C eller lägre förekommer på B-vägar.

Observerade körfält med temperatur i vägytan på -12°C eller lägre samt halka/svår halka i hjulspår.

- Antalet observerade körfält med en temperatur i vägytan på -12°C eller lägre samt halka/svår halka i hjulspår uppgår till mellan 0,1 och 0,5 % av det totala antalet observerade körfält under vintern.
- De dominerande väglagen på sådana körfält är packad snö/tjock is (40–70 %) och tunn is/rimfrost antingen bara i hjulspåren eller på i stort sett hela körfältet (25–60 %).
- Det vanligast vädret är uppehållsvädertillstånd, vilket förekommer vid 55 till 75 % av observationerna.
- För mellan 20 och 30 % av de observerade körfälten med halka i hjulspår var temperaturen i vägytan -12°C eller lägre.
- Mellan 35 och 85 % av de observerade körfälten med halka i hjulspår samt temperatur i vägytan på -12°C eller lägre finns i de två nordligaste regionerna Mitt och Norr.
- Temperaturer i vägytan på -12°C eller lägre förekommer till 90 à 95 % under perioden december t.o.m. februari.
- Mellan 55 och 95 % av de observerade körfälten med halka i hjulspår samt temperatur i vägytan på -12°C eller lägre förekommer på B-vägar.