



Pro gradu -avhandling

Meteorologi

STATISTIK AV HALKOLYCKOR JÄMFÖRD MED METEOROLOGISKA
INSTITUTETS VÄDERMEDDELANDEN FÖR FOTGÄNGARE

Cecilia Karlsson

17.6.2013

Handledarna: Sari Hartonen, Marjo Hippo och Jouni Räisänen

Granskarna: Jouni Räisänen och Heikki Järvinen

HELSINGFORS UNIVERSITET
INSTITUTIONEN FÖR FYSIK

PB 64 (Gustaf Hällströms gata 2)
00014 Helsingfors Universitet

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty/Section Matematiske-naturvetenskapliga fakulteten		Laitos – Institution – Department Institutionen för fysik
Tekijä – Författare – Author Cecilia Karlsson		
Työn nimi – Arbetets titel – Title Statistik av halkolyckor jämförd med Meteorologiska institutets vädermeddelanden för fotgängare		
Oppiaine – Läroämne – Subject Meteorologi		
Työn laji – Arbetets art – Level Magisters avhandling	Aika – Datum – Month and year 17.6.2013	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 55
Tiivistelmä – Referat – Abstract <p>Vinterhalkan överraskar årligen både bilister och fotgängare. I Finland besöker omkring 50 000 fotgängare läkare eftersom de halkat som en följd av dåligt väglag. Halkolyckornas sjukkostnader orsakar stora ekonomiska förluster för det finska samhället. Av den orsaken har Meteorologiska institutet (FMI), utgående från FMI:s trafikvädermodell, utvecklat en vädermodell för fotgängare för att minska antalet halkolyckor. Vädermodellens prognos beskriver med hjälp av ett gångindex väglaget på gångvägarna (normalt, halt eller mycket halt). Bristen på friktionsobservationer har försvårat utvecklingsprocessen av vädermodellen.</p> <p>Sedan november 2004 har FMI gett ut vädermeddelanden för fotgängare i hela landet ifall väglaget är eller förutses bli mycket halt. Väglaget är mycket halt för fotgängare ifall en isig yta täcks av ett tunt lager av snö eller vatten. Även en riklig mängd snö som packas ihop, orsakar mycket svåra väglagsförhållanden för fotgängare. Ofta varierar väglaget mycket lokalt, vilket komplicerar utgivandet av vädermeddelanden. Exempelvis på vårvintern då trottoarerna i förorterna fortfarande är täckta av snö och is kan gatorna i innerstaden redan vara bara.</p> <p>I denna studie är mycket hala dagar under vintersäsongerna 2008–2013 undersökta med hjälp av olika väder parametrar och de assisterande meteorologernas väglagsobservationer. De mycket hala dagarna är fastställda utgående från två källor av olycksstatistik: Helsingfors ambulanstransporter och TVL:s (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto) fallstatistik. Dagarna är jämförda med FMI:s vädermeddelanden och med vädermodellen för fotgängare. Vaisalas friktionsmätinstrument, DSC111, observationer är även använda i denna studie. Det finns endast två DSC111-mätinstrument som mäter friktionen på trottoarerna, vilket orsakar problem eftersom väglaget ofta är mycket lokalt varierande.</p> <p>Det inträffar flest halkolyckor ifall det har förekommit snöfall, eller ifall medeltemperaturen är omkring eller under noll grader. Vädermodellens prognos är riktgivande men den har ofta svårigheter med att ge en för tidpunkten korrekt prognos angående trottoarernas väglag. I vissa situationer underskattar vädermodellen väglagets halka. Då friktionen drastiskt sjönk i samband med ett snöfall tolkade DSC111-mätinstrumentet oftast friktionen korrekt men den underskattade friktionen ifall trottoaren under en längre tid hade varit täckt av snö.</p> <p>Meteorologiska institutet har i jämförelse med halkolycksstatistiken inte lyckats ge ut vädermeddelanden på alla de dagar det skulle ha behövts. Över hälften av vädermeddelandena var utgivna under dagar som på basis av antalet halkolyckor kan anses vara normala. Således förefaller det som om det för närvarande är mycket svårt att göra en korrekt prognos gällande trottoarernas väglag. Orsakerna är det mycket lokalt varierande väglaget, att vädermodellen ännu inte klarar av att förutse de hala väglagen tillräckligt bra och bristen på observationer.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Halkolyckor, vädermodellens för fotgängare, vädermeddelanden för fotgängare, halt väglag, Vaisals DSC111-mätinstrument		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Campusbiblioteket i Gumtäkt		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
2. Hala väglagsförhållanden	3
3. Tidigare forskning gällande halkolyckor.....	5
3.1 Ålders- och könsfördelningen bland halkolyckor	8
4. Vädermodellen för fotgängare	10
4.1 Trafikvädermodellen	11
4.2 Skillnaderna mellan trafikvädermodellen och vädermodellen för fotgängare.....	13
5. Vädermeddelanden för fotgängare	15
6. Bekämpning av halka	16
7. Mätinstrument	18
7.1 Vaisalas mätinstrument: DSC111	18
7.2 Arbetshälsoinstitutets flyttbara halkmätare.....	19
7.3 Assisterande meteorologers observationer	20
8. Statistik av halkolyckor	20
8.1 Vintersäsongen 2008–2009	26
8.2 Vintersäsongen 2009–2010	28
8.3 Vintersäsongen 2010–2011	29
8.4 Vintersäsongen 2011–2012	31
8.5 Vintersäsongen 2012–2013	32
9. Fallstudier	33
9.1 Halkolyckor förknippade med snöstormar	34
9.2 Fredagen den 4 februari till onsdagen 9 februari 2011.....	39
9.3 Lördagen den 19 mars 2011	43
9.4 Årskiftet mellan 2012 och 2013.....	45

10. Sammanfattning.....	48
Referenser.....	51

1. Inledning

Årligen besöker omkring 50 000 finländare läkare eftersom de halkat som en följd av dåligt väglag (Hautala och Leviäkangas, 2007). Antalet halkolyckor som inträffar är dock betydligt fler. De årliga kostnaderna är beräknade till 2,4 miljarder euro. Kostnaderna utgörs av sjukvård, försummade arbetsdagar och förlorad välfärd. Enligt Öberg och Arvidsson (2012) vore det samhällsekonomiskt lönsamt att investera mera i vinterväghållningen eftersom kostnaderna för skadade fotgängare överskrider vinterunderhållningskostnaderna.

Halkolyckornas följder är oftast allvarligare för äldre personer (Flinkkilä et al., 2010). Antalet halkolyckor med allvarliga följder kan förutses öka i Finland i framtiden eftersom andelen personer över 65 år förutses öka (Statistikcentralen, 2012) och på grund av att många finländares grundkondition är mycket dålig. Enligt Husu et al. (2011) har unga finska mäns muskelstyrka och uthållighet kontinuerligt försämrats. Cirka en femtedel av befolkningen i yrkesverksam ålder är mycket passiva gällande motionsutövning och antalet pensionärer som motionerar har minskat.

Finland hör både till det arktiska och till det subarktiska området. Egenskaper som kännetecknar dessa områden är kallt klimat och stora temperatur- och strålningsskillnader. Fastän Finland är beläget mellan den 60:e och 70:e breddgraden är vinterklimatet ändå för breddgraderna mildt. Närheten till Golfströmmen, Östersjön, Bottniska viken och Finska viken, samt Finlands många sjöar bidrar till Finlands milda vinterklimat (Eskelinen, 1999, s.3 refererar till Mäkinen et al. 1999), vilket bidrar till halt väglag (Eskelinen, 1999, s.3 refererar till Pentti, 1994).

I jämförelse med antalet forskningsresultat gällande halt väglag på bilvägarna finns det få forskningsresultat som berör svåra och hala väglag för fotgängare. Forskningsresultaten angående väglaget för fotgängare är dock relevanta för samhället eftersom det berör nästan varje individ. Tidigare studier (Berntman et al., 2012; Hippel, 2012) påvisar att fotgängare och cyklister årligen råkar ut för betydligt fler olyckor än bilister. Enligt Hirvonen (2013) inträffar 59 % av alla olyckor under arbetsvägen till fots och 22 % med cykel. 74 % av alla olyckor under arbetsvägen inträffar på grund av att personen i fråga har ramlat, halkat eller snubblat. Eftersom det oftast inte är samma väderförhållanden som orsakar halka för bilar

som för fotgängare (Ruotsalainen et al., 2004) går det inte direkt att anpassa dessa forskningsresultat sinsemellan. Halkan bekämpas även på olika sätt på bilvägar och trottoarer, i Finland är det exempelvis förbjudet att salta trottoarerna (Trafikverket, 1999).

Meteorologiska institutet (FMI) har utvecklat en vädermodell enkom för fotgängare (Ruuhela et al., 2005). Den är utvecklad utgående från FMI:s trafikvädermodell som beskriver bilvägarnas väglag (Kangas et al., 2001). Arbetshälsoinstitutets flyttbara halkmätare har tillämpats i utvecklingsskedet av vädermodellen för fotgängare (Aschan et al., 2004). FMI varnar fotgängare för halt väglag ifall väglaget är eller väntas bli mycket halt. På hösten 1998 började FMI ge ut vädermeddelanden angående väglaget på trottoarerna i huvudstadsregionen (Ruuhela et al., 2005). Nuförtiden utges vädermeddelanden under vintersäsongen för alla finländska landskap två gånger per dygn (Hippi och Hartonen, 2012). Bristen på friktionsobservationer på trottoarerna är ett problem i utvecklingen av vädermodellen. Företaget Vaisala har utvecklat ett mätinstrument, DSC111, för att mäta friktionskoefficienten på bilvägarna (Vaisala, 2010). Två av Vaisalas mätinstrument är placerade i Helsingfors för att mäta friktionen på trottoarerna (Hippi, 2012). Detta är inte tillräckligt för att vädermodellen skall klara av att analysera utgångsläget korrekt eftersom väglaget på trottoarerna ofta är mycket lokalt varierande. I synnerhet på våren kan väglaget vara mycket olika mellan innerstads- och periferimiljön eftersom trottoarerna i innerstaden redan kan vara fria från snö och is medan de ännu är mycket isiga och snöiga i periferin.

I denna studie har väderförhållanden undersökts under de dagar då väglaget var mycket halt. Dagarna har bestämts utgående från Helsingfors ambulanstransporters statistik och TVL:s (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto) statistik. Dessa dagar har jämförts med de dagar FMI gett ut vädermeddelanden för fotgängare. Även vädermodellen för fotgängare har jämförts under en del av de dagarna då det inträffat mycket halkolyckor. DSC111-observationer och FMI:s assisterande meteorologers observationer har även beaktats i studien.

2. Hala väglagsförhållanden

Eskelinen (1999) presenterar i sin kandidatavhandling vilka väglagsförhållanden som orsakar flest halkolyckor. Eskelinen har undersökt vintersäsongerna 1996–1997 och 1998–1999 med hjälp av statistik från Tölö och Maria sjukhus. Eskelinen anser att de tre viktigaste orsakerna till halt väglag är: då temperaturen passerar nollstrecket, då det förekommer någon form av nederbörd och då medeltemperaturen ligger mellan -2 och $+2^{\circ}\text{C}$. Förutom dessa orsaker, visar studien även att det inträffar flera halkolyckor än normalt, då temperaturen snabbt sjunker (med minst fem grader), då medeltemperaturen är under 0°C , då det är molnigt eller växlande molnighet, då vinden är svag eller då den relativa luftfuktigheten i medeltal är över 80 %. Även duggregn bidrar till att antalet halkolyckor ökar, men duggregn är inte ensamt en bidragande faktor till halt väglag. Finlands vinterklimat gynnar halkolyckor, eftersom temperaturen ofta ligger omkring 0°C . I synnerhet i närheten av kusten är stora variationer i väderförhållanden mycket vanliga, vilket leder till att temperaturen ofta passerar nollstrecket. Detta orsakar mycket svåra väglagsförhållanden för fotgängare (Eskelinen, 1999, s.3 refererar till Pentti, 1994).

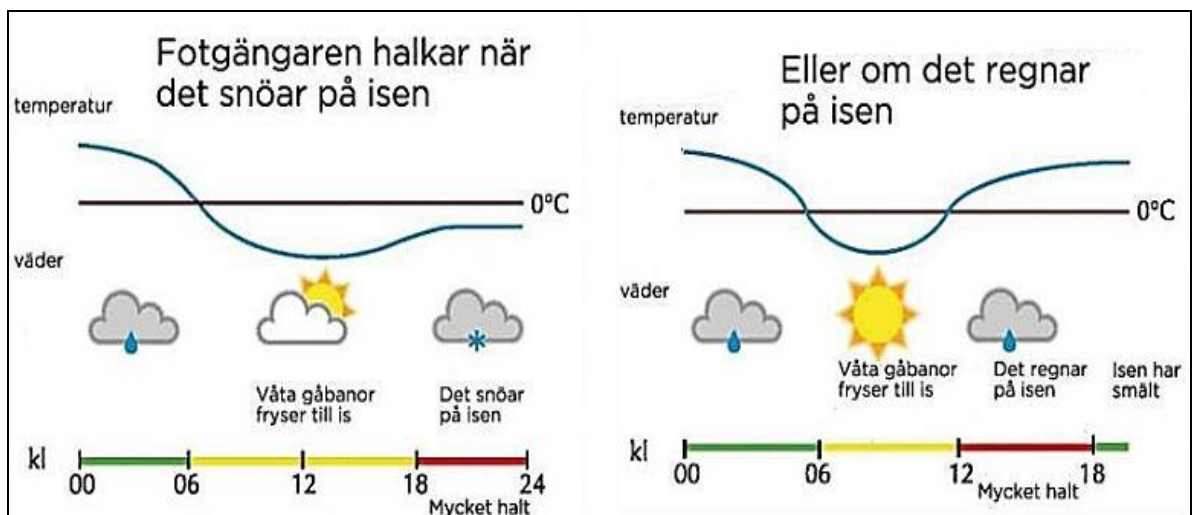


Bild 1. Hala väglagsförhållanden för fotgängare. Väglaget är mycket halt då en isig yta är täckt av ett tunt is- eller snölager. (Hippi och Hartonen, 2012).

Med hjälp av tidigare studier, friktionsmätningar samt statistik från sjukhus anser Ruotsalainen et al. (2004) att det går att indela de halaste väglagsförhållandena i två huvudkategorier (bild 1). Bild 1 visualiserar hur väglaget, i samband med att temperaturen varierar, påverkas av nederbörden (vatten eller snö). Den ena huvudkategorin är: vatten på en isig yta, som i sin tur kan delas in i två subkategorier: regn och is, som smälter. Då det

regnar, uppstår de halaste ytorna då regnets intensitet är låg (t.ex. duggregn) eller om själva nederbördsmängden är liten. Då isen smälter, uppstår de halaste förhållandena då smältningen sker långsamt och då det inte förekommer solstrålning. Den andra huvudkategorin är snö på en isig yta. Den andra kategorin är oftast värre för fotgängare, eftersom fotgängare ofta uppfattar en snötäckt yta som relativt stadig, fastän den i själva verket kan vara mycket hal. Då det snöar på en isig yta, uppstår de halaste ytorna om snön är torr eftersom snön då hålls som ett skilt lager på den isiga ytan. Torr snö förekommer då temperaturen är långt under noll grader. En jämn isig yta tenderar att vara halast. En jämn yta uppstår genom att islagret smälter och därefter fryser till is på nytt. Vid temperaturer kring noll grader nöter även fotgängare, trafik och plogning ytan så att den blir jämn och isig.

Baserad på en intervju, sammanfattad av Penttinen et al. (1999), med Helsingfors stads byggnadskontors ansvariga arbetsledare Raimo Grönqvist finns det fyra olika väglagskategorier som anses vara till besvär för vägunderhållningen. Den första kategorin består av en inledningsvis lång och kall period varpå vädret ändrar och det blir mildare; som en följd av det milda vädret smälter snön och isen snabbt. Sanden sjunker då lätt in i snö- eller islagret och förhindrar inte längre halkolyckor. Förekomsten av regn försämrar situationen ytterligare. I den andra kategorin ligger temperaturen i närheten av noll grader eller något under nollstrecket. Då vägarna och trottoarerna plogas vid dessa temperaturer skapas det lätt en glasartad och hal yta. Den tredje och enligt Grönqvist besvärligaste kategorin uppstår då underkyllt regn ger upphov till en glasartad yta. Den fjärde kategorin uppstår genom att vinterns snövallar smälter och rinner ut på trottoarerna under varma vårdagar. På natten fryser vattenlagret på nytt till is och ytan blir mycket hal. Enligt Statens tekniska forskningscentral (VTT) telefonintervjuer anser de intervjuade att 80 % av halkolyckorna inträffar då vägytan är täckt av is eller av både is och snö. Största delen av halkolyckorna (76 %) inträffar då temperaturen ligger under 0°C, 17 % vid töföre (temperaturen över noll grader) och 7 % då temperaturen ligger kring noll grader. I Danmark har det undersökts under vilka väderförhållanden det inträffar flest frakturskador. Enligt Morten Thomsen (personlig kommunikation, 23 augusti 2012) ökar antalet frakturskador under vintriga väderförhållanden. De mest gynnsamma väderförhållandena för halkolyckor är då temperaturen ligger under -5°C och då markytan är täckt av is.

Det kanadensiska programmet SureFoot (www.surefoot.org) producerar dagligen offentliga väderprognoser som enkom är till för fotgängare. Avsikten med SureFoot är att minska på halkolyckorna i Winnipeg, Kanada. SureFoot (2013) delar in väglaget i fyra olika kategorier; lätt, måttligt, svårt och riskabelt. SureFoot anger i vilket skick väglaget är och ger även säkerhetstips samt rekommendationer för hur man bör gå till väga under de olika väglagsförhållandena. Enligt SureFoot bör man under alla väglagsförhållanden följa med ifall väderprognoserna ändrar. Då SureFoot klassificerar väglaget som lätt är trottoarerna fria från snö och is. Då SureFoot klassificerar väglaget som måttligt bör man vara varsam vid utomhusvistelse. I detta fall är trottoarytan till största delen fri från snö och is men även hala partier är möjliga. Det kan exempelvis finnas partier med packad snö. Packad snö uppstår exempelvis då vägarna är nyplogade. Den packade snön åstadkommer mycket halt väglag då temperaturen ligger under $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Snödrivor kan även uppstå vid måttlig eller frisk vind. Snödjupet på trottoarerna är mellan noll och fem centimeter då SureFoot klassificerar väglaget som måttligt. Genom att undvika skor med halt skobotten och promenera långsamt är det möjligt att förhindra halkolyckor vid måttligt väglag. SureFoot rekommenderar även användning av halkskydd. Då SureFoot klassificerar väglaget som svårt avråds personer med begränsad rörlighet att vistas utomhus. Trottoarerna kan då vara täckta av nyfallen snö eller snömodd (snödjupet bör vara över 5 cm). Det kan uppstå snödrivor orsakade av hård vind. Då vädret först blir mildare och därefter fryser till is uppstår det packad snö och isiga, ojämna partier på trottoarerna. Det kan även förekomma isiga partier som uppstått genom att smältvatten frusit till is (under vårvintern). Fotgängare rekommenderas i detta väglag att använda halkskydd och äldre rekommenderas dessutom att ha sällskap av en stödperson vid utomhusvistelse. Det är viktigt att man följer med väderprognoserna om vädret förväntas bli mildare eller kallare. Väglaget är klassificerat som riskabelt om det förekommer underkylt regn och då bör i synnerhet personer med begränsad rörlighet undvika utomhusvistelse.

3. Tidigare forskning gällande halkolyckor

Enligt Berntman et al. (2012) och Hippi (2012) inträffar det fler olyckor för cyklister och fotgängare än för biltrafikanter. Trots detta finns det ändå förhållandevis få

forskningsresultat gällande fotgängarnas halkolyckor. Det läggs mycket mindre vikt vid fotgängarnas säkerhet än vid bilisternas säkerhet. Exempelvis har alla de nordiska meteorologiska instituten någon form av vädertjänst avsedd för biltrafikanter men endast FMI varnar fotgängare ifall trottoarerna är eller väntas bli mycket hala. Forskningsresultat gällande vädret för fotgängare, har bl.a. presenterats under SIRWEC:s (the Standing International Road weather Commission) konferenser. SIRWEC (www.sirwec.org) arbetar med att förmedla relevant information gällande vägvädret och göra vägarna säkrare (SIRWEC, 2013).

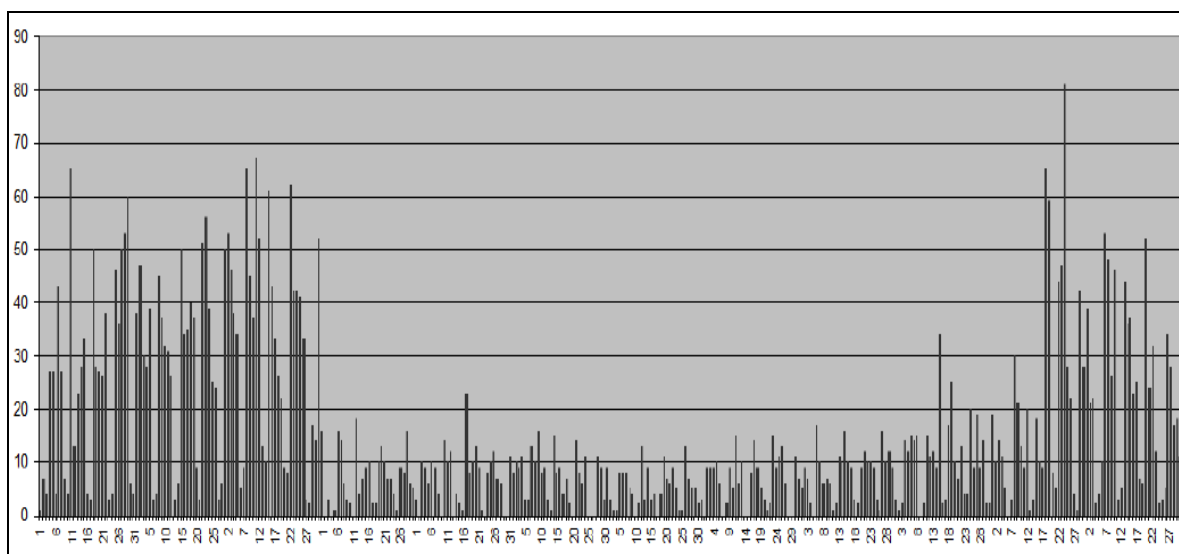


Bild 2. Antalet halkolyckor som utspelar sig under arbetsvägen som funktion av tiden. Olyckorna har inträffat i Nyland under tiden 1.1.2010 till 31.12.2010. Källa: TVL. (Hippi och Hartonen, 2012)

Enligt Hautalas och Leviäkangas (2007) forskningsresultat är halkolyckor ett stort ekonomiskt problem för samhället. Enligt VTT:s kostnadsberäkningar utgörs den årliga summan totalt av cirka 2,4 miljarder euro, inklusive hälsovård, förlorade arbetsdagar och förlorad välfärd. Årligen inträffar omkring 50 000 halkolyckor som kräver medicinsk vård. Två tredjedelar av halkolyckorna inträffar då trottoarerna är täckta av snö eller is (Grönqvist, 1995). Omkring 80 % av halkolyckor inträffar på allmänna trafikområden, de flesta halkolyckorna inträffar i närheten av städernas centrum och livligt trafikerade områden (Vuorinen et al., 2000). Enligt Hippi och Hartonen (2012) inträffar det halkolyckor året om men under vintern inträffar det betydligt flera halkolyckor än under resten av året (bild 2). Flinkkilä et al. (2010) klargör att det finns en klar årstidsvariation för strålbensfrakturer orsakade av fall från stående ställning i Uleåborg år 2008 (60 % av strålbensfrakturerna inträffar under vintern). Svåra väglagsförhållanden kan delvis förklara strålbensfrakturerna.

Även enligt Berntman et al. (2012) finns det en klar årlig variation gällande fotgängarnas singelolyckor (bild 3) på basis av fotgängarnas singelolyckor i Skåne 2006–2011. Enligt Berntman et al. inträffade särskilt många singelolyckor under vintersäsongerna 2009–2010 och 2010–2011, cirka 300–400 singelolyckor per månad. De totala kostnaderna för sjukvården och produktionsbortfallet, i direkt anslutning till olyckstillfället, är beräknade till cirka 36 miljoner SEK (cirka 4 miljoner euro) mellan den 15 november 2010 och den 15 mars 2011. Förutom den årliga variationen för fotgängarnas singelolyckor, utgör fotgängarnas och cyklisternas singelolyckor en betydligt större andel än bilisternas olyckor (bild 3). Under åren 2006–2010 inträffade cirka 1 700 olyckor för fotgängare i trafiken, cirka 1 500 olyckor för cyklister och cirka 700 olyckor för bilister.

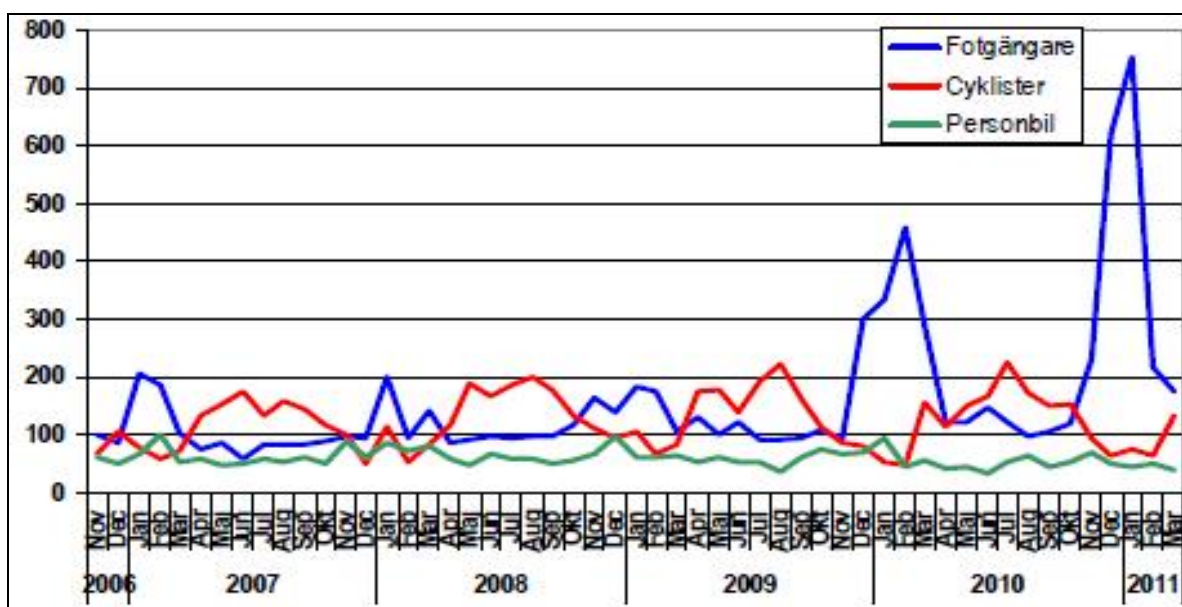


Bild 3. Antal skadade fotgängare (blå linje), cyklister (röd linje) och bilister (grön linje) i Skåne mellan november 2006 och mars 2011. (Berntman et al., 2012)

Enligt Norges meteorologiska instituts statmeteorolog John Smits (personlig kommunikation, 25 juli 2012) förefaller det att antalet frakturskador i Norge ökar då väglaget är halt. Detta bekräftas även med jämna mellanrum av Norges hälsovård. Enligt Canadian Institute for Health Information (CIHI, 2012) hör halkolyckor som inträffat på en isig yta till de vanligaste av alla vinterrelaterade olyckor. Under år 2010–2011 blev omkring 7 000 kanadensare intagna på sjukhus på grund av en halkolycka. Halkolyckor orsakar ett större antal patienter än vad vintersporter och andra fritidsaktiviteter tillsammans gör. I Winnipeg intas det omkring 2000 personer (över 65-åringar) för vård årligen, som skadat sig

eftersom de har halkat. 90 % av alla höftfrakturer orsakas av halkolyckor och dess medelkostnader är omkring \$15,000 (cirka 11 000 euro).

3.1 Ålders- och könsfördelningen bland halkolyckor

Tidigare forskningsresultat klargör vilken åldersgrupp och vilket kön som oftast halkar, samt vilken grups skador som oftast är lindriga respektive svåra (jfr Pöysti, 2008; CIHI, 2011; Hippi och Hartonen, 2012; Berntman et al., 2012; Ruuhela et al., 2005; Wennberg, 2011; Shintani et al., 2013; Björnstig et al., 1997). En del av forskningsresultaten är motstridiga. En orsak till detta kan vara att resultaten explicit beror på forskningsmetoderna, exempelvis om studien behandlar antalet halkolyckor eller de halkolyckor som kräver läkarvård och sjukledighet.

Enligt Wennberg faller äldre relativt jämnt under hela året, medan yngre faller betydligt oftare under vintermånaderna, vilket kan bero på att äldre ofta vistas mindre utomhus under vintern än vad de gör under sommaren. Äldre kvinnor anses höra till den största riskgruppen för fallrelaterade skador. Enligt Pöysti halkar var tredje person utomhus årligen (jämför med VTT:s telefonintervjuer (1999), vilket påvisar att 40 % av de intervjuade hade halkat). Pöysti påvisar även att en tredjedel av dem som halkar skadar sig, sju procent besöker läkare och fyra procent tar ut sjukledighet. Män och kvinnor halkar ungefär lika ofta medan yngre halkar oftare än äldre. Enligt Björnstig et al., vars studie behandlar halkolyckor i Umeå, är det mest äldre kvinnor samt yngre män som råkar ut för halkolyckor. De medicinska kostnaderna var även lika höga för fotgängarnas skador som för biltrafikanternas skador. Hippi och Hartonen påvisar att det är mest medelålderspersoner, 40–60 åringar, som råkar ut för halkolyckor. Fastän personer i medelåldern halkar mest, anser Ruuhela et al. att följderna oftast är allvarligare för äldre personer, eftersom det oftast är äldre personer (över 70 åringar) som råkar ut för höftfrakturer. Svåra skador i samband med halkolyckor är även enligt Berntman et al. vanligare för äldre personer än för yngre. I studien består begreppet *svåra skador* av bl.a. höft- och lårbensfrakturer. Enligt Berntman et al. är måttliga skador för kvinnor i åldern 45–74 år samt lätta skador för kvinnor i åldern 45–64 år bland de vanligaste skadorna i samband med halkolyckor. I begreppet *lätt skada* ingår bl.a. stukningar, små sårskador och blåmärken medan det i begreppet *måttliga skador* ingår bl.a. av de flesta slutna frakturerna och hjärnskakningar. Även måttliga skador för kvinnor över 75 år, lätta skador för kvinnor i åldern 25–44 år och lätta skador för män i åldern 45–64 år är vanliga

Enligt en kanadensisk studie (CIHI) är det mest äldre kvinnor som råkar ut för halkolyckor. Omkring hälften av de som i Kanada blivit intagna på sjukhus på grund av en halkolycka under åren 2006-2011 var över 60 år och 56 % var kvinnor. CIHI:s forskningsresultat beaktar inte om det inträffat dödsfall eller om en person har behandlats utanför sjukhus. Enligt en japansk studie (Shintani et al.) är det mera sannolikt för män att råka ut för fallrelaterade olyckor än vad det är för kvinnor. Den japanska studien behandlar fallrelaterade olyckor i Sapporo, Japan. Shintani et al. anser att kvinnornas skador oftast är allvarligare än männens fastän männen råkar ut för flera halkolyckor.

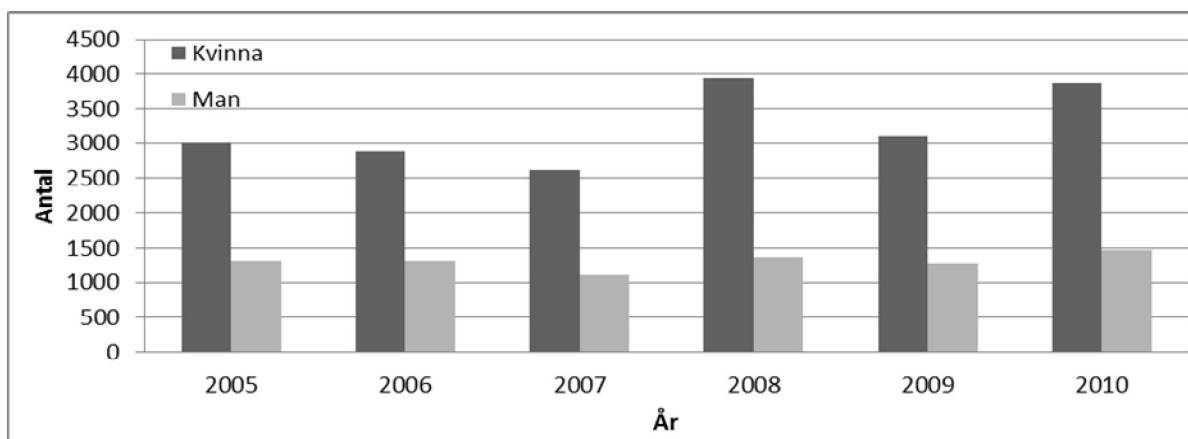


Bild 4. Könsfördelningen bland fallolyckor under arbetsvägen i Nyland åren 2005-2010. Källa: TVL

Bilderna 4, 5 och 6 baserar sig på TVL:s databas av arbetsreseolycksfall. Arbetsreseolycksfall är olyckor som inträffar under arbetsvägen och som försäkringsbolagen har betalat ersättning för. Bilderna 4 och 5 består av data över fotgängarnas fallolyckor i Nyland, som inträffat under åren 2005–2010 under arbetsvägen. Enligt bild 4, som anger könsfördelningen bland fallolyckor, halkar kvinnor betydligt oftare än män. I det stora hela rör sig kvinnor oftare än män till fots och med kollektivtrafik till arbetet.

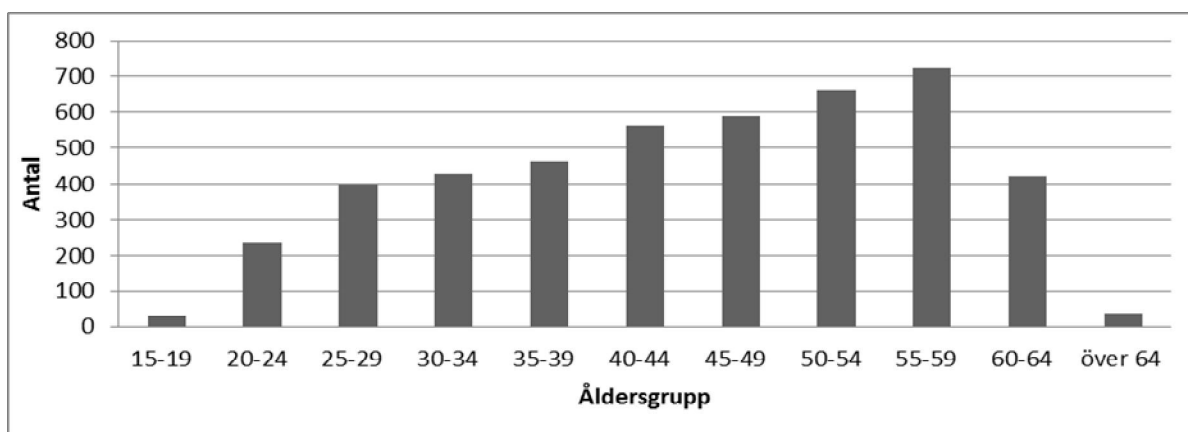


Bild 5. Åldersfördelningen bland fallolyckor under arbetsvägen i Nyland under åren 2005-2010. Källa: TVL

Bild 5 visar åldersfördelningen bland halkolyckorna. Eftersom informationen endast består av människor som halkat under sin arbetsväg, ligger tyngdpunkten på de arbetande åldersgrupperna. Över hälften (ca 56 %) av alla personer, som halkat under arbetsvägen och fått ersättning är mellan 40 och 59 år. Åldersgruppen 55–59 är den grupp som råkar ut för flest halkolyckor (ca 16 %).

Andelen av de graderade följder som halkolyckor orsakat är presenterade i bild 6. I bilden är fotgängarnas fallolyckor (där fotgängaren ramlat, halkat eller snubblat) i hela Finland beaktade. De flesta halkolyckor förorsakar relativt korta sjukledigheter. Cirka 45 % av alla Finlands halkolyckor orsakar en sjukledighet på 0–3 dygn medan cirka 25 % av olyckorna orsakar sjukledigheter som är över 15 dygn. Både kategorierna 15–30 dygn sjukledighet och 31-90 dygn sjukledighet är relativt vanliga följder av halkolyckorna. Enligt Pöysti skiljer sig följderna av mäns och kvinnors halkolyckor inte särskilt mycket från varandra.

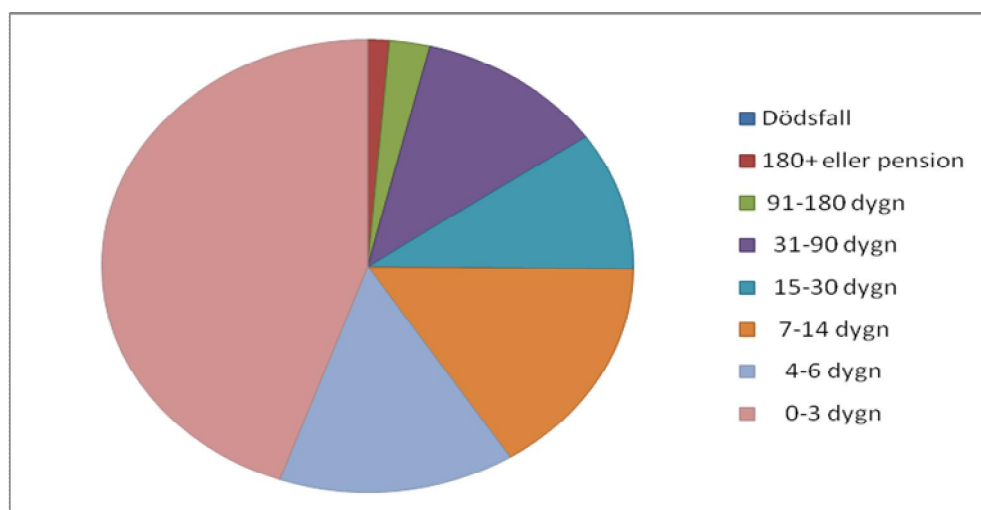


Bild 6. Graden av halkolyckornas följder åren 1999-2011 i Finland som skett under arbetsvägen. Graden av halkolyckorna är definierad av hur länge personen i fråga har behövt sjukledighet. Källa: TVL

4. Vädermodellen för fotgängare

Trafikvädermodellen, som är utvecklad under 1990-talet, är grunden för den numeriska vädermodellen för vädret för fotgängare. Sedan år 2000 har FMI använt sig av trafikvädermodellen som hjälp för att producera prognoser för trafikvädret (Kangas et al.,

2006). Modellen för fotgängarvädret togs i bruk i oktober 2004. Ruuhela et al. (2005) fastställer i en rapport hur trafikvädermodellen är utvecklad för att förbättra säkerheten för fotgängare. På basis av rapporten och Kangas et al. (2006) presenterar jag dessa två vädermodeller. Eftersom det finns många likheter modellerna emellan, presenteras först trafikvädermodellen och därefter betraktas deras olikheter.

4.1 Trafikvädermodellen

Fougstedts (1992) utvecklade jordmånsmodell utgör grunden för trafikvädermodellen. Trafikvädermodellens viktigaste output är vägytans temperatur, väglaget, friktionen och trafikindexet. Väglaget är indelat i åtta olika grupper: torr, fuktig, våt, rimfrostig, torr snö, våt snö, delvis isig eller isig. Trafikindexet anger om väglaget är normalt, dåligt eller mycket dåligt. Beräkningar gjorda på basis av väderobservationer utgör utgångsläget för prognosen. I prognoskedet fås modellens input av de numeriska prognoserna. Trafikvädermodellen är en endimensionell numerisk energibalansmodell. Då vägytans temperatur beräknas i en punkt beaktas inte de omgivande punkterna. Kopplingen mellan de närliggande punkterna sker med hjälp av väderobservationer och prognosmodeller. Väderobservationerna som bestämmer utgångsläget för modellberäkningarna, är SYNOP-observationer och nederbördsobservationer från väderradarnätet. I vissa fall används även Trafikverkets trafikväderobservationer. Från utgångsläget samt genom en operativ vädermodell beräknar trafikvädermodellen sedan väderprognosen för trafikvädret. Ifall meteorologen anser att det är nödvändigt kan han/hon även börja med att editera den operativa vädermodellens prognos så att den bättre stämmer överens med verkligheten. Vid de numeriska beräkningarna beaktar trafikvädermodellen vägytans egenskaper och väderförhållanden. Atmosfären, trafiken, turbulensen och värmetransporten både i marken och från marken till atmosfären, påverkar markytans energibalans och på så vis även trafikvädermodellen (se bild 7). Atmosfären påverkar energibalansen för markytan genom vindhastigheten, luftens temperatur och fuktighet, solstrålningen, värmestrålningen och nederbörden. Både naturlig turbulens och turbulens orsakad av trafiken påverkar markytans energibalans. Värmetransporten i marken påverkas av markens värmeledningsförmåga, specifikvärme, densitet och porositet medan värmetransporten från marken till atmosfären påverkas av det sensibla värmeflödet, det latent värme flödet, av värmestrålningen och av atmosfärens stabilitet. Snön smälter på

vägarna bl.a. som en följd av att trafiken värmer upp vägytan och sliter på snö- och islagret. I vädermodellen växelverkar alla dessa faktorer med varandra. Snö- eller islagret minskar genom att lagret av snö eller is nöts bort som en följd av trafik eller smältning medan islagret ökar om ett vattenlager fryser till is. Nederbörd orsakar i sin tur en ökning av snö- eller vattenlagret. Trafikvädermodellen är anpassad till Finlands huvudvägnät men den beaktar inte vägarnas behandlingsåtgärder, såsom exempelvis plogning. Modellen körs en gång i timmen över Finlands hela areal.

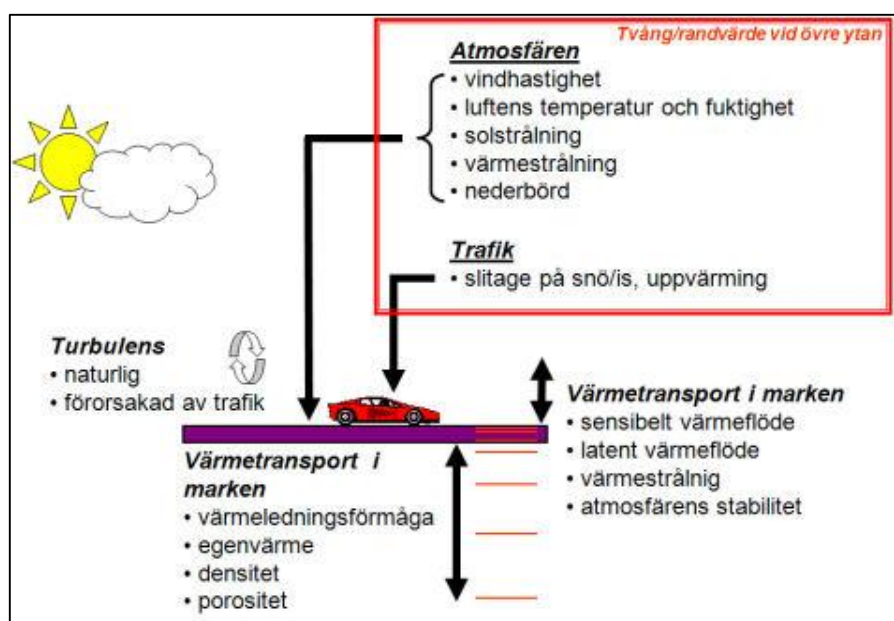


Bild 7. Faktorer som påverkar energibalansen i trafikvädermodellen. (Kangas et al., 2006)

Hippi (2004) har undersökt en vidareutvecklad trafikvädermodell, där även plogning av vägarna är beaktad. I den vidareutvecklade modellen har man även använt sig av en uppdaterad simulerad trafikmängd på vägarna. Saltning av vägar har inte beaktats i Hippi studie. Enligt Hippi klarade modellen tämligen bra av att uppskatta tiden för plogning. Särskilt i samband med snöfall uppskattade modellen den första gången då plogning krävdes bra. Precisionen var speciellt bra då snöfallet inföll i början av prognosen. Då vägytans temperatur är under noll grader uppskattar trafikvädermodellen vägytan som isig. Denna prognos kan vara felaktig ifall vägen är saltad eftersom vägytan i så fall är fuktig istället för isig. På grund av den felaktiga prognosen borde saltandet även beaktas i trafikvädermodellen. Hellinen (2007) har med hjälp av trafikvädermodellen undersökt om det på basis av den går att förutsäga behovet av halkbekämpning. Hellinen beaktade endast om vägarna var saltade eller inte, medan saltlösningens koncentrationsgrad lämnades

obeaktad. Enligt Hellinen går det att göra saltanvändningsprognoser med hjälp av trafikvädermodellen men det behövs ytterligare utveckling av den för att göra saltanvändningsprognoserna tillräckligt bra. Enligt Hellinen uppskattade inte prognoserna för halkbekämpningen tidpunkten för saltningsbehovet tillräckligt bra; ofta var prognoserna fördröjda. På grund av dröjsmålet går det inte fullständigt att lita på prognoserna men de går att använda som extra redskap inom väglagstjänster. Enligt Hellinen är saltningsprognoserna tillförlitligare då vädret blir mildare eftersom trafikvädermodellen överskattade saltningsbehovet då temperaturen var mellan -7 och -2°C.

4.2 Skillnaderna mellan trafikvädermodellen och vädermodellen för fotgängare

Eftersom samma väderförhållanden inte nödvändigtvis är hala för biltrafikanter och för fotgängare har FMI vidareutvecklat trafikvädermodellen för att bättre passa fotgängare. Modellen ger även ett motsvarande väglagsindex som anger väglaget på trottoarerna: normalt, halt och mycket halt. Väglagsindexen är: 1 = normalt, 2 = halt, 3 = halt på grund av plogning eller packad snö, 4 = vatten på is och 5 = snö på is. Modellen analyserar väglaget som mycket halt ifall det förekommer snö eller vatten på is och ifall snön är tillpackad (väglagsindexen 3, 4 och 5). Varje gång körs två versioner av modellen, i ena körningen antar modellen att markytan är isig och i andra körningen antar modellen att det inte finns is på markytan. Detta görs eftersom modellen inte alltid har rätta begynnelsevärden på grund av brist på väderobservationer. Eftersom nederbörd på en isig yta är mycket halt för fotgängare, beaktar modellen förutom de rådande väglagsförhållandena, även hur långt väglaget har varit fyra dygn innan det aktuella begynnelseskedet. Om det inom närhistorien (de senaste fyra dyggen) har förekommit en isig yta och det på denna isiga yta förekommer nederbörd, varnar vädermodellen för mycket halt väglag. Förutom att de kritiska väderförhållandena är olika för de olika modellerna, skiljer sig även slitageterna från varandra. Snölagret som befinner sig på markytan packas till exempel ihop olika mycket på bilvägar och på trottoarer. I trafikvädermodellen antar man att endast en del av snölagret packas ihop medan resten av snölagret försvinner på grund av turbulens orsakad av trafiken. I vädermodellen för fotgängare antas det istället att hela snölagret packas ihop på grund av att det trampas ned av fotgängare och till slut omvandlas till is. Eftersom markytan påverkas betydligt mindre av fotgängare än vad den påverkas av biltrafik har man även minskat på

alla slitagettermernas värden. Modellen antar även att fotgängarna använder sig av stadiga skor eftersom hala skor nästan alltid är hala, även då väglaget är i relativt gott skick. Forskningsresultat (Aschan et. al 2009) påvisar att valet av skor utgör en stor roll för förhindrandet av halkolyckor. Detta gäller speciellt då det är en s.k. normal finsk vinterdag (några köldgrader, $T = -6^{\circ}\text{C}$, trottoaren lätt sandad och snön tillpackad). Endast genom att ha på sig ett par stadiga skor kan man avsevärt minska risken för halkolyckor. Då väglaget är mycket halt spelar valet av skor en mindre roll.

Då trafikvädermodellen utvecklades till en vädermodell för fotgängare användes både friktionsmätresultat (Aschan et al., 2004) och olycksfallsstatistik. Aschan et al. undersökte friktionen på trottoarer med hjälp av Arbetshälsoinstitutets flyttbara halkmätare under olika väderförhållanden. I slutskedet av utvecklingsprocessen tolkade modellen de hala förhållandena korrekt i 92 % av fallen. Det visade sig att modellen har anlag för att överskatta hala väglagsförhållanden. Detta kan bero på att hala trottoarer oftast är ett mycket lokalt fenomen. På detta plan är städer som ligger nära kusten mycket problematiska eftersom närheten till havet ofta ökar variationen mellan förhållanden på trottoarer. En orsak till att modellen inte klarar av att beakta varierande väglagsförhållanden är att det finns mycket få väderobservationer som mäter hur halt väglaget på trottoarerna är. Detta leder till att begynnelseläget inte är rätt då modellen körs. Modellen beaktar inte heller de behandlingsåtgärder (t.ex. plogning och sandning) som görs på trottoarerna. Detta gör att modellen lätt är överkänslig. De utförda friktionsmätningarna för olika slags skor utfördes på skuggiga områden. Detta orsakade problem under våren, eftersom snön då smälter mycket snabbare på soliga platser än vad den gör på skuggiga platser. Då ett snölager smälter på dagen uppstår en fuktig yta. Då denna fuktiga yta under följande natt på nytt fryser till is uppstår en mycket hal yta. Modellen klarar inte av att korrekt uppskatta hur mycket snö som packas ihop på grund av att fotgängare promenerar på trottoarerna, eftersom detta varierar beroende på om det är en trottoar med livlig gångtrafik eller lite gångtrafik. Enligt Flinkkilä et al. (2010), som undersökt strålbensfrakturers epidemiologi och dess årstidsvariation i Uleåborg, är vädermodellen för fotgängare användbar för att göra väderprognoser för fotgängare. I studien har strålbensfrakturer orsakade av fall från stående ställning jämförts med vädermodellens prognoser för fotgängare. Enligt forskningsresultaten verkar det som dock att vädermodellen överskattar hala väglagsförhållanden på trottoarer.

5. Vädermeddelanden för fotgängare

År 1997 föreslog Social- och hälsovårdsministeriet att FMI skulle börja ge ut vädermeddelanden för fotgängare då väglaget är eller håller på att bli mycket halt. Avsikten med vädermeddelanden är att förbättra säkerheten för fotgängare vid mycket halt väglag (Penttinen et al., 1999). Sedan vintersäsongen 1998–1999 har vädermeddelanden gällande mycket halt väglag för fotgängare utgivits. I början utgavs vädermeddelanden endast för huvudstadsområdet, men efter några år utvidgades utgivningen av vädermeddelandena även till en del andra städer. I början av november 2004 utvidgades utgivningen av vädermeddelandena till hela landet. Utvidgningen möttes med mycket positiv publicitet. Vädermeddelandena uppdateras två gånger per dag, kl. 6 och 15 (Ruuhela et al., 2005) och de skrivs kort och koncist, exempelvis ”Trottoarerna är mycket hala på grund av att ett tunt snötäcke täcker isiga ytor” (FMI). Meteorologiska institutet varnar fotgängarna endast ifall väglaget är eller förutspås bli mycket halt, fastän vädermodellen för fotgängare anger ifall väglaget är normalt, halt eller mycket halt.

Dagar då det inträffat mycket halkolyckor har jämförts med de dagar under vilka FMI har varnat fotgängare för halt väglag. Enligt Eskelinen (1999) stämmer väderprognosen för halt väglag inte särskilt bra överens med de dagar som utgående ifrån halkstatistik från Maria och Tölö sjukhus klassificerats som mycket hala. Under vintersäsongen 1998–1999 inträffade det dock i genomsnitt mera halkolyckor under de dagar som FMI hade varnat för halt väglag. Under vintersäsongen 2003–2004 utgav FMI 18 gånger meddelanden om halt väglag. Ruuhela et al. (2005), som har jämfört statistik från Tölö sjukhus och arbetshälsoinstitutets halkmätningar, konstaterar att endast 7 av dessa 18 meddelanden var berättigade. Orsaken till den låga andelen berättigade meddelanden berodde bl.a. på att det hala väglaget kan variera mycket på ett litet område och att vissa patienter dröjer med att uppsöka sjukvård. Den största skillnaden mellan vädermodellen för fotgängare och de meddelanden som meteorologen gav ut gällande mycket halt väglag under vintersäsongen 2003–2004, var att meteorologen ofta varnar för halt väglag om markytorna håller på att frysa till is, medan vädermodellen anser att det är halt väglag då det ovanpå en isig yta förekommer vatten eller

snö. Meteorologen varnade även tämligen ofta för halt väglag då det förekom snöfall medan vädermodellen endast anser att väglaget är halt då det snöar torr snö på en isig yta. Enligt Hippis och Hartonens studie (2012) som omfattar vintersäsongen 2010–2011, hade FMI i nio fall gett ut varningar en dag som det inträffade mycket olyckor men i åtta fall hade FMI inte varnat för halt väglag.

En studie gjord av VTT (Penttinen et al., 1999) baserad på telefonintervjuer visar att FMI:s varningstjänst gällande halt väglag för fotgängare är nödvändig och nyttig. Av de intervjuade anser 81 % att vädermeddelanden kompletterar väderprognoserna och ger nyttig tilläggsinformation. De som tyckte att vädermeddelandena var nyttigast var äldre kvinnor. Till skillnad från FMI har SureFoot-programmet i Kanada fått mycket negativ feedback. Enligt Gina Sylvester (personlig kommunikation, 28.1.2013) har många ansett att SureFoot-programmet är ett exempel på dåligt spenderade pengar. Sylvester anser att detta troligtvis beror på Nordamerikas aktiva bilkultur, som är en följd av deras låga bränslepriserna. De flesta bilister verkar inte ha förståelse för personer med begränsad rörlighet.

6. Bekämpning av halka

Bekämpningen av trottoarernas hala ytor är viktigt för fotgängarnas trygghet. Halka går att bekämpa antingen kemiskt eller mekaniskt. Kemisk bekämpning av halka innebär att friktionen höjs med hjälp av salt som sänker vattnets fryspunkt, medan mekanisk bekämpning av halka innebär att friktionen höjs genom exempelvis sandning. Friktion är den kraft som är motsatt riktad till den relativa rörelsen mellan två ytor som är i kontakt med varandra. För att mäta friktionen används friktionskoefficienten, som är relationen mellan friktionskraften F_{μ} och normalkraften F_N (Mansfield och O'Sullivan, 2011). Friktionskoefficienten har ett värde inom $[0,1]$, ju högre friktionskoefficient desto bättre friktion.

$$\mu = \frac{F_{\mu}}{F_N} \quad (1)$$

På trottoarerna i Helsingfors (Trafikverket, 1999) används siktad sand, krossad sten eller makadam. Kemisk bekämpning av halka är förbjuden eftersom salt gör ytorna mjukare. Vägsalt är även skadligt för miljön, eftersom saltet sprids ut i grundvattnet. Spridningsmängden för sand, vid halt väglag, är 200–300 g/m² och för makadam 150 g/m². Då man bekämpar halkan i förebyggande syfte används en betydligt mindre mängd sand eller makadam, 100 g/m² respektive 60 g/m². Enligt Trafikverket förbättras friktionen inte längre då mängden sand överstiger 300 g/m². Friktionskoefficienten bör vara minst 0,25 för att det skall vara tryggt att röra sig utomhus. Enligt Durá et al. (2005) borde friktionskoefficienten för vissa specialgrupper överskrida 0,4 enheter för att tillföra tryggt utomhusvistelse. Grupper med begränsad rörlighet behöver en vägyta med högre friktionskoefficient för att tryggt kunna röra sig utomhus. Sandning har även nackdelar; då vägarna sandas bildas det mera damm, som bidrar till att luftkvaliteten, i synnerhet på våren, kan vara mycket låg. Sandkornens storlek påverkar även hur bra de hålls kvar på vägarna. Små sandkorn försvinner lätt från vägarna på grund av trafiken. Dessutom kan frost eller en tunn vattenhinna täcka små sandkorn så att de inte inverkar på vägytans friktion. Sandkornens maximistorlek i Finland är 6 mm och materialet bestäms av beställaren (Trafikverket, 2009).

Enligt Stockholms stads funktions- och arbetsbeskrivning (Trafikkontoret, 2012) skall trottoarer vid halka bekämpas i full bredd vid frosthalka och vid nederbörds mängder. Användningen av salt minimeras vid bekämpning av halka. På gång-, cykel- och mopedvägar används en blandning av sand och flis och max tre procentig saltblandning och spridningsmängden är 200 g/m². Enligt Oslo kommuns rådgivare Arne Sørлие (personlig kommunikation, 8 januari 2013) används krossad sten (2–7 mm) i Oslo. År 2011 var ett undantagsår, eftersom även en blandning av salt och sand användes. Undantaget gjordes på grund av att sand ensamt inte fungerar tillräckligt bra på hård is vid låga temperaturer.

Enligt Elers (2010) förbättras friktionen inte alltid genom sandning. Då det är slaskigt före eller om markytan är täckt av snö blir föret inte bättre med hjälp av sandning. I stället för att sanda är det då bättre att ploga i god tid. På det viset hinner den slaskiga ytan inte frysa till is. På isiga och fuktiga ytor rekommenderas däremot sandning (150–200 g/m²). Forskningsresultat visar att sandning på en isig yta ökar friktionskoefficienten med 0,2 enheter. Fastän markytan är isig hjälper det dock inte alltid att sanda eftersom friktionen inte

förbättras förrän sanden fastnat i isen. Sanden får inte bli liggande på den isiga ytan, vilket oftast är fallet då kall sand sprids ut på en isig yta. Forskningsresultaten för de mätningar som gjordes då temperaturen låg under -5°C visade att friktionen inte förbättrades av sandning. Friktionen ökar inte heller om man sandar på en yta som är plogad med räfflande blad. Man borde alltså förbättra sandningsmetoderna på trottoarerna genom metoder som får sanden att fastna i isen (och sluta sanda i onödan). Sanden fastnar bättre på en isig yta om den värms upp innan den sprids ut. Det vore även effektivare att lägga mer vikt vid plogningen.

7. Mätinstrument

Två olika mätinstrument som uppskattar markytans friktion är presenterade i detta kapitel, mätinstrumentet DSC111, som är utvecklat av företaget Vaisala, och arbetshälsoinstitutets halkmätare. Även de assisterande meteorologernas väglagsobservationers skala är presenterad.

7.1 Vaisalas mätinstrument: DSC111

Företaget Vaisala har utvecklat det optiska mätinstrumentet DSC111 (bild 8) för att övervaka väglaget på bilvägar (Vaisala, 2010). DSC111-observationer stämmer oftast bra överens med de verkliga väglagen på bilvägar. Mätinstrumentet mäter vattenmängden som finns på bilvägen och den klarar av att skilja mellan snö, is, vatten, slask och frost. DSC111 uppskattar även friktionen på markytan och den reagerar snabbt på förändringar. DSC111 fungerar bra vid livlig trafik eftersom den kan eliminera rörliga objekt. Stillastående objekt, exempelvis parkerade bilar, skapar problem för sensorn eftersom den inte kan eliminera dem. Det är för övrigt ett instrument som är lätt att installera och sköta om.

Det finns cirka 150 stycken DSC111-sensorer placerade utmed det finska vägnätet. I februari 2011 placerade FMI ut två stycken DSC111-sensorer i Helsingfors för att undersöka hur bra mätinstrumentet lämpar sig för att mäta friktionen på trottoarer.

Sensorerna placerades vid Järnvägstorget och intill FMI:s huvudbyggnad i Gumtäkt. FMI installerade även en Web-kamera i anknötning till DSC111-sensorn för att jämföra om DSC111-observationer stämmer överens med verkligheten. Enligt Hippi (2012) har det visat sig att om trottoaren är täckt av ett tjockt lager av antingen snö eller is, ger sensorn mycket låga friktionsvärden. Genom tidigare erfarenheter kan man dock konstatera att ett tjockt lager av is eller snö inte nödvändigtvis är ett särskilt halt väglag för fotgängare. Då en fuktig yta fryser och blir till en hal yta har det visat sig att sensorn däremot ger pålitliga friktionsvärden.



Bild 8. Vaisalas mätinstrument DSC111. (Vaisala, 2010)

7.2 Arbetshälsoinstitutets flyttbara halkmätare

Under utvecklingsprocessen av vädermodellen för fotgängare har det använts en halkmätare som Arbetshälsoinstitutet har utvecklat (bild 9) (Aschan et al., 2004; Ruuhela et al., 2005; Hippi, 2012). Halkmätaren är ett flyttbart *in situ* mätinstrument. Mätinstrumentet uppskattar friktionen mellan markytan och den sko som fästs i mätinstrumentet. Under en mätningscykel utför mätinstrumentet successivt tre steg, varefter friktionskoefficientens medelvärde och spridning uppskattas på basis av relationen mellan den lodräta- och vågräta kraften. Enligt Aschan et al. (2004) är den flyttbara halkmätaren ett användbart *in situ* mätinstrument och den valbara skon en signifikant parameter. Under mätningarna, som

utfördes under åren 2003 till 2004, användes fyra olika slag av skor (Ruuhela et al., 2005). Halkmätaren är även jämförd med Vaisalas mätinstrument DSC111 (Hippi, 2012).



Bild 9. Flyttbar halkmätare, utvecklad av Arbetshälsoinstitutet. (Aschan et al., 2004)

7.3 Assisterande meteorologers observationer

Meteorologiska institutets assisterande meteorologer har sedan vintersäsongen 2010-2011 samlat och bokfört observationer gällande trottoarernas väglag. Observationerna med egna ögon varje vinterdag kl. 10 och på vardagar görs observationer även kl. 14 (finsk tid). Observationerna utförs utanför FMI:s huvudbyggnad i Gumtäkt. Trottoarernas väglag är indelad i fem olika kategorier och en kort skriftlig beskrivning läggs till varje observation: 1 = normal, 2 = hal, 3 = hal på grund av tillpackad snö, 4 = vatten på isig yta och 5 = snö på isig yta. Eftersom observationerna endast görs under de assisterande meteorologernas tjänstetid, bokförs det exempelvis inte om en isig yta täcks av ett lätt snöfall på kvällen. Därför är observationerna inte fullt tillförlitliga men ändå riktgivande observationer.

8. Statistik av halkolyckor

I denna studie är vintersäsongerna (15 oktober till 19 april) under åren 2008–2013 undersökta. Enligt Hippi och Hartonen (2012) är fallolycksstatistik från både TVL och ambulanstransporter användbara informationskällor för att undersöka det dagliga antalet

halkolyckor. Av detta skäl används dessa informationskällor även i denna studie. Den datasamling som baserar sig på halkolyckor under arbetsvägen (TVL:s databas) är begränsad till Nyland och ambulanstransporternas fallstatistik är begränsad till Helsingfors. I denna studie har de olyckor från TVL:s databas använts som inträffat fotgängare genom att en person har ramlat, halkat eller snubblat. För att få en mer korrekt uppfattning om antalet hala dagar, har några korrigeringar utförts. Genom exempelvis en veckodagskorrigering, får man en bättre uppfattning om vilka dagar som har varit hala. Korrigeringen är nödvändig eftersom antalet halkolyckor på vardagar och veckoslut skiljer sig från varandra även av andra orsaker än väglagsförhållandena. Eftersom de flesta inte arbetar på veckosluten inträffar det då färre halkolyckor på arbetsvägen. Trenden för antalet ambulanstransporter är motsatt; människor faller alltså mer under veckoslut än de gör under vardagar. Veckodagskorrigeringen är utförd genom att multiplicera en veckodagskorrigeringskoefficient (tabell 1) med antalet halkolyckor för respektive dag. Eftersom denna studie enbart berör de olyckor som inträffat på grund av att väglaget varit halt, är de olyckor som inträffat av annan orsak eliminerade på ett statistiskt vis. Detta är utfört genom att beräkna differensen mellan antalet olyckor och de olyckor som i genomsnitt inträffar under månader då väglaget är bra (maj till september). Det genomsnittliga värdet under den perioden för ambulanstransporterna och fallolyckor under arbetsvägen är under den perioden 14,98 respektive 5,73. På grund av denna korrigering blev en del värden negativa vid uträkningen och dessa värden är satta till noll. Antalet halkolyckor beräknade utifrån ambulanstransporterna är presenterade i bilderna 10, 12, 14, 16 och 17. Antalet halkolyckor utgående från TVL:s databas är presenterade i bilderna 11, 13 och 15. I bilderna är även några dagar med ovanligt mycket halkolyckor utpekade.

Tabell 1. Korrigeringskoefficienterna för respektive veckodag baserat på ambulanstransporter (K_1) under åren 2008–2012 och fallolyckor under arbetsvägen (K_2) under åren 2008–2010.

	Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lördag	Söndag
K_1	1,1	1,2	1,2	1,1	0,9	0,7	1
K_2	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	5,4	6,2

Det finns både för- och nackdelar med den samling data som använts i denna studie. Nackdelen med ambulanstransporterna är att det inte registreras huruvida fallolyckan

inträffat inomhus eller utomhus. Oftast får man heller ingen visshet om de fallolyckor, vars skador är lindriga (t.ex. handledsfrakturer), eftersom i synnerhet unga människor i denna situation inte behöver ambulanstransport utan själva klarar av att besöka läkare. Fördelen med ambulanstransporterna är att de är till förfogande i realtid. Därför kunde ambulanstransporternas information utnyttjas för att underlätta den jourhavande meteorologens arbete, vid utgivning av varningar för trottoarernas väglag, på motsvarande sätt som meteorologen har tillgång till räddningsverksamhetens information om skador orsakade av vind, vid utgivning av vindvarningar. Tyvärr kan inte de olyckor som inträffar under arbetsvägen användas på motsvarande sätt. I denna studie fanns inte halkolyckor från år 2012 och 2013 till förfogande. Datasamling från 2011 är varken slutgiltig eller korrekt eftersom den automatiskt multiplicerats med en faktor (1,05). Korrigeringen har utförts eftersom sjukdagarna i samband med allvarliga skador ofta bokförs efter ett långt dröjsmål. Förutom detta dröjsmål uppstår det även ett dröjsmål på grund av att alla inte besöker läkare under den dag som olyckan inträffat, utan en del besöker läkare med några dagars dröjsmål.

De halaste vinterdagarna är undersökta med hjälp av olika meteorologiska parametrar. Parametrarna är medeltemperaturen (T), nederbörden (P), om temperaturen har passerat nollsträcket (T_{\min} och T_{\max} har jämförts) och snödjupet (SNOW_AWS). Nederbörden är mätt mellan 06 UTC och 06 UTC och snödjupet är mätt 06 UTC. De beaktade mätstationerna är Kajaniemi och Helsingfors-Vanda. På Helsingfors-Vanda är även väderkoden beaktad. Väderkoden anger nederbördens form (regn, snö, snöblandat regn, duggregn, underkyllt regn och underkyllt duggregn). Under en del av de undersökta dagarna förekom både snöfall, regn, duggregn och underkyllt regn under samma dag. I tabell 2, 3 och 4 är resultaten för vintersäsongerna presenterade.

Enligt tabell 2 och 3 är antalet dagar då medeltemperaturen antingen varit under -2°C eller mellan -2°C och $+2^{\circ}\text{C}$ betydligt fler än då medeltemperaturen varit över $+2^{\circ}\text{C}$. På basis av ambulanstransporterna och TVL:s statistik korsar temperaturen nollstrecket under något över en tredjedel, respektive under ungefär hälften av dagarna som klassificerats som mycket hala. Temperaturfördelningen för de båda informationskällorna skiljde sig ytterligare från varandra genom att medeltemperaturen under betydligt färre dagar var över $+2^{\circ}\text{C}$ på basis av TVL:s statistik än den var för ambulanstransporterna. Oftast förekom det någon form av nederbörd. Andelen dagar med nederbörd var större för TVL än den var för

ambulanstransporterna. I de flesta fall var nederbörden lätt (0-3 mm) men även i samband med snöstormar med riklig nederbörd inträffade det mycket halkolyckor (se kapitel 9.1). I Kajaniemi var nederbörden lätt under omkring 25 % av dagarna, medan den var det under omkring 40 % av dagarna vid Helsingfors-Vanda. Eftersom den måttliga nederbördsklassen (3-5 mm) är rätt snäv kan det även väntas att antalet dagar då det inträffar mycket halkolyckor är relativt liten då nederbörden är måttlig. Oftast var nederbörden i form av snö; enligt TVL under ungefär 60 % av dagarna och enligt ambulanstransporterna under 40 %. Vissa dagar ändrade nederbörden sin form under dagens lopp, exempelvis från snö till regn och under största delen av dagarna var den relativa fuktigheten i medeltal över 80 %. Under relativt få dagar hade FMI varnat för halt väder för fotgängare. Utgående från ambulanstransporterna hade FMI varnat under 21 % av de dagar väglaget varit halt och utgående från TVL vid 39 %. Under en del av dagarna som klassificerades som mycket hala och inget vädermeddelande för fotgängare var i kraft i Nyland, var dock ett vädermeddelande i kraft i något eller några av de andra finländska landskapen. Ifall de vädermeddelanden som varit i kraft i de andra landskapen beaktas, var ett vädermeddelande i kraft under 47 % av de dagar som utgående från TVL:s statistik klassificerats som mycket hala. Motsvarande jämförelse med ambulanstransporterna visar att ett vädermeddelande varit i kraft under 27 % av de dagar som klassificerats som mycket hala.

Enligt tabell 4 var väglaget normalt under ungefär 90 % av vinterdagar och halt eller mycket halt under ungefär 10 %. Meteorologiska institutet varnar fotgängare endast då väglaget är eller väntas bli mycket halt. På basis av ambulanstransporterna hade 75 % av FMI:s varningar utgivits under dagar som klassificerats som normala. Motsvarande andel baserat på TVL:s statistik var 55 %. Under endast 20 % av de vinterdagar som på basis av ambulanstransporterna klassificerats som mycket hala hade en varning för fotgängare varit i kraft. Motsvarande andel baserat på TVL:s statistik var 40 %. FMI:s träffprocent var således bättre för de dagar som utgående från TVL:s statistik klassificerats som hala än som klassificerats som hala utgående från ambulanstransporterna. Detta kan delvis bero på skillnaden i temperaturfördelning mellan de båda datasamlingarna. En orsak kan även vara att TVL är lämpligare som informationskälla i denna studie eftersom området som beaktas är större och att man med säkerhet vet att den bokförda olyckan har inträffat utomhus.

Tabell 2. Årlig statistik för de dagar som klassificeras som mycket hala på basis av ambulans transporter. Antalet dagar i olika temperatur (T) och nederbörds kategorier (P) ges först för Kajsaniemi och sedan för Helsingfors-Vanda. Antalet dagar med olika nederbördstyper ges endast för Helsingfors-Vanda.

	08-09		09-10		10-11		11-12		12-13		Totalt		Totalt (%)	
Antal dagar	17		23		19		15		18		92			
T < -2°C	4	8	9	9	8	12	5	6	10	10	36	44	39	48
-2 < T < +2	10	6	3	7	10	6	7	7	6	6	36	32	39	35
T > 2°C	3	3	11	7	1	1	3	2	2	2	20	15	22	16
T passerar 0°C	8	6	2	4	9	9	9	7	5	5	33	31	36	34
P=0	8	7	12	5	8	6	7	5	6	4	41	27	45	29
P=0-3 mm	4	3	5	12	5	8	5	6	4	8	23	37	25	40
P=3-5 mm	1	0	1	2	3	3	1	0	3	2	9	7	10	8
P > 5 mm	4	4	5	3	3	2	2	4	5	4	19	17	21	18
Regn	0		5		0		1		3		9		10	
Snö	7		10		7		5		8		37		40	
Regn & Snö	4		1		2		5		3		15		16	
Duggregn	2		5		4		0		5		16		17	
Underkylt regn	0		0		0		0		1		1		1	
FMI varnat för halka	3		2		7		4		3		19		21	

Tabell 3. Årlig statistik för de dagar som klassificeras som mycket hala på basis av TVL. Antalet dagar i olika temperatur (T) och nederbörds-kategorier (P) ges först för Kajaniemi och sedan för Helsingfors-Vanda. Antalet dagar med olika nederbördstyper ges endast för Helsingfors-Vanda.

	08-09		09-10		10-11		Totalt		Totalt (%)	
Antal dagar	18		20		18		56			
T < -2°C	4	4	12	13	7	10	23	27	41	48
-2 < T < +2	12	13	8	8	9	7	29	28	52	50
T > +2°C	2	1	1	0	1	0	4	1	7	2
T passerar 0°C	10	10	8	8	9	7	27	25	48	44
P=0	4	6	6	4	6	3	16	13	29	23
P=0-3 mm	6	5	6	9	3	10	15	24	27	43
P=3-5 mm	2	1	4	4	6	3	12	8	21	14
P > 5 mm	6	6	4	3	3	2	13	11	23	20
Regn	2		11		0		13		23	
Snö	11		15		8		34		61	
Regn & Snö	3		1		3		7		13	
Duggregn	2		1		1		4		7	
Underkylt regn	0		0		0		0		0	
FMI varnat för halka	6		5		11		22		39	

Tabell 4. Årlig statistik för de antalet dagar som varit mycket hala på basis av TVL och ambulanstransporterna, FMI:s varningar är jämförda med alla dagar inkluderade i studien.

	08–09	09–10	10–11	11–12	12–13	Totalt	Totalt (%)
Mycket halt på basis av ambulanstransporter	17	23	19	15	18	93	10
Mycket halt, FMI varnat	3	2	7	4	3	19	2
Mycket halt, ej varning	14	21	12	11	15	74	8
Ej halt, FMI varnat	8	15	12	9	11	55	6
Ej halt, ej varning	162	149	156	163	158	788	84
Mycket halt på basis av TVL	18	20	18	-	-	56	10
Mycket halt, FMI varnat	6	5	11	-	-	22	4
Mycket halt, ej varning	12	15	7	-	-	34	6
Ej halt, FMI varnat	6	12	8	-	-	26	5
Ej halt, ej varning	163	155	161	-	-	469	84

Till följande ges en kort överblick över de undersökta vintrarna. Tyngdpunkten ligger på södra Finland eftersom studiens tyngdpunkt ligger på de halkolyckor som inträffat i Nyland. Studien beaktar även Vaisalas friktion mätinstrument, DSC111, observationer och de assisterande meteorologernas observationer.

8.1 Vintersäsongen 2008–2009

Den termiska vintern började sent i Nyland, omkring jul, 23–24.12.2008 (jfr med medeltalet för den termiska vinterns början 15 november, jämförelseperiod: åren 1971–2000). Den termiska våren började i södra Finland den 29 mars 2009. I slutet av november, 23–24.11.2008, anlände en kraftig snöstorm till Finland (presenterad i kapitel 9.1). I samband med denna snöstorm snöade det, i närheten av den södra kusten, lokalt över 30 cm. I landets södra och mellersta delar, snöade det däremot under den 22 till 23 januari 2009 rikligt (lokalt över 20 cm på basis av radarobservationer). Fastän snödjupet hade varit relativt litet innan detta snöfall var snödjupet därefter omkring medeltalet. Från ambulanstransporternas

datasamling kunde 17 dagar klassificeras som mycket hala (tabell 5). Under dessa dagar inträffade det totalt över 420 fallolyckor som krävde ambulanstransport. På basis av TVL:s datasamling kunde 18 dagar klassificeras som mycket hala. Under dessa dagar inträffade det under arbetsvägen totalt över 1 800 fallolyckor. Enligt TVL:s halkstatistik inträffade det den 9 mars mycket halkolyckor (ca 240 halkolyckor). Enligt vädermodellen för fotgängare var väglaget mycket halt, torr snö på en isig yta, den 9 mars (Hartonen och Hippi, 2011). Meteorologiska institutet hade vid detta tillfälle inte varnat fotgängarna för halt väglag. I fallstudierna har jag undersökt väglaget för fotgängare den 24 november 2008 eftersom det då inträffade mycket olyckor både enligt TVL:s fallstatistik samt ambulanstransporterna.

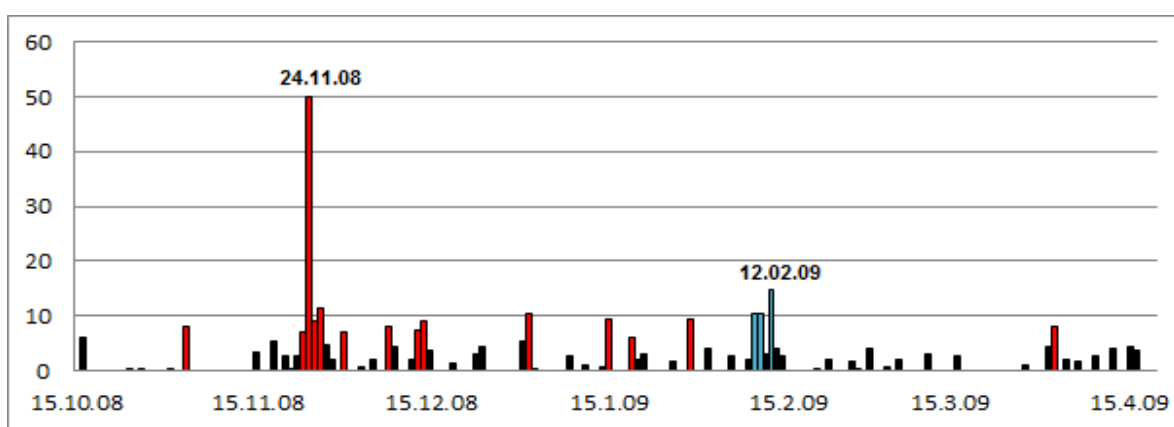


Bild 10. Halkolyckor, på basis av ambulanstransporter i Helsingfors, under perioden 15.10.2008–19.4.2009. De svarta kolumnerna representerar dagar med normalt väglag, de röda kolumnerna representerar hala dagar då inte någon varning för fotgängare varit i kraft och de blåa kolumnerna representerar hala dagar då en varning för fotgängare varit i kraft.

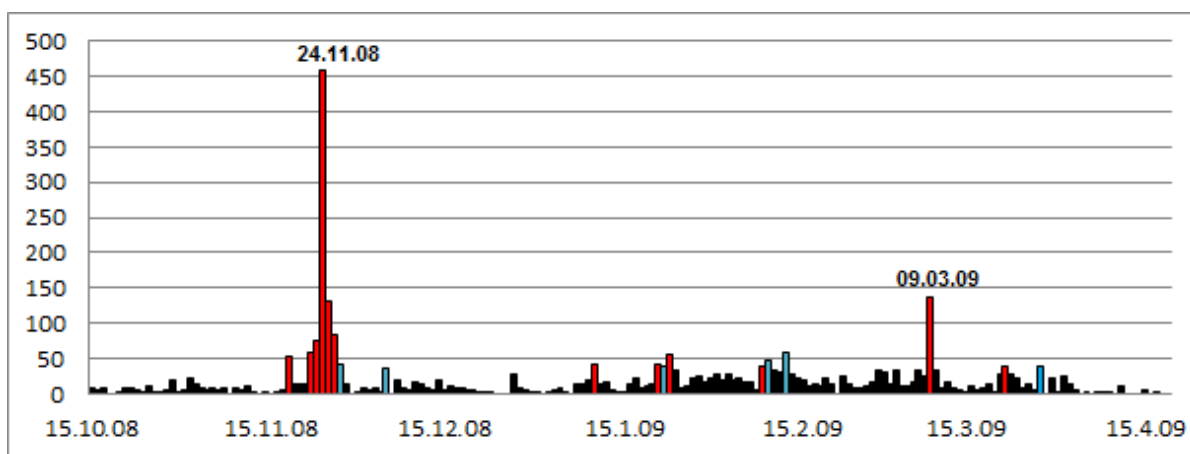


Bild 11. Halkolyckor som inträffat under arbetsvägen, under perioden 15.10.2008–19.4.2009 i Nyland. De svarta kolumnerna representerar dagar med normalt väglag, de röda kolumnerna representerar hala dagar då inte någon varning för fotgängare varit i kraft och de blåa kolumnerna representerar hala dagar då en varning för fotgängare varit i kraft.

8.2 Vintersäsongen 2009–2010

Den termiska vintern började i Nyland mellan 2 och 11 december 2009 och den termiska våren den 26 mars 2010. Köldperioden, då temperaturen hålls under nollstrecket, var ovanligt lång under denna vintersäsong. I Helsingfors räckte köldperioden 60 dygn, fr.o.m. den 29 december 2009 och framåt. Denna ovanligt långa kölperiod var en följd av att de ostliga vindarna var dominerade. Kall luft strömmade in till Finland från öst. Under 17 dagar hade FMI varnat fotgängare för mycket halt väglag i Nyland och under 28 dagar i hela landet. Totalt klassificerades 23 dagar som mycket hala på basis av ambulanstransporterna och över 500 personer behövde ambulanstransport under dessa dagar. På basis av TVL:s datasamling gick det att klassificera 20 dagar som mycket hala dagar, under vilka det inträffade över 700 fallolyckor. Denna vintersäsong var på basis av TVL och ambulanstransporterna mycket olika. Den långa köldperioden går att avläsa ur ambulanstransporterna, eftersom inte en enda dag analyserades som hal under denna period. Under dagarna med flest halkolyckor inträffade det endast omkring 10 halkolyckor medan det under de andra vintersäsongerna inträffade mellan 25 och 50 halkolyckor under de dagar det inträffat mycket halkolyckor (förutom vintersäsongen 2011–2012 med något under 20 halkolyckor). Även enligt TVL inträffade det mycket färre halkolyckor denna vintersäsong. En följd av att det inträffade så få halkolyckor totalt kan vara att de hala dagarna (klassificerade av både TVL och ambulanstransporterna) skiljer sig såpass mycket från varandra.

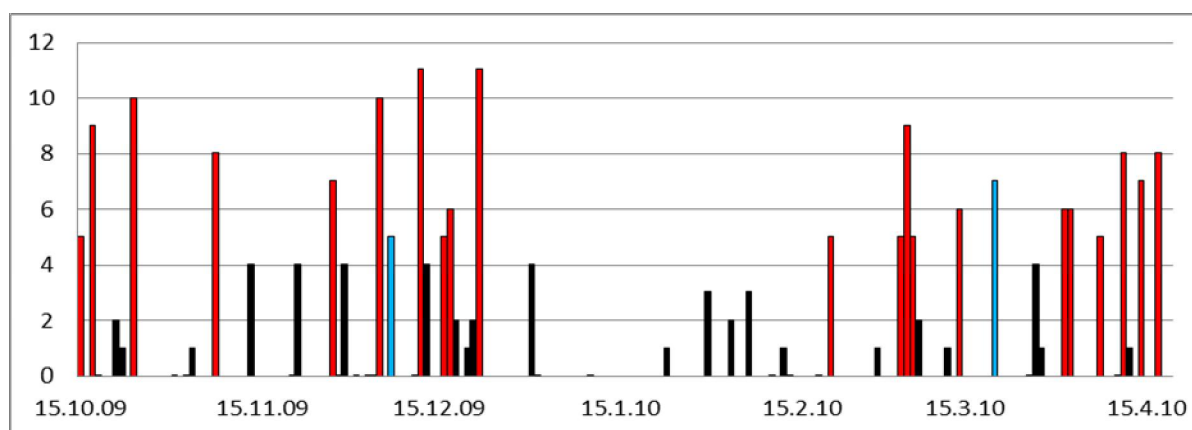


Bild 12. Halkolyckor, på basis av ambulanstransporterna i Helsingfors, under perioden 15.10.2009–19.4.2010. De svarta kolumnerna representerar dagar med normalt väglag, de röda kolumnerna representerar hala dagar då inte någon varning för fotgängare varit i kraft och de blåa kolumnerna representerar hala dagar då en varning för fotgängare varit i kraft.

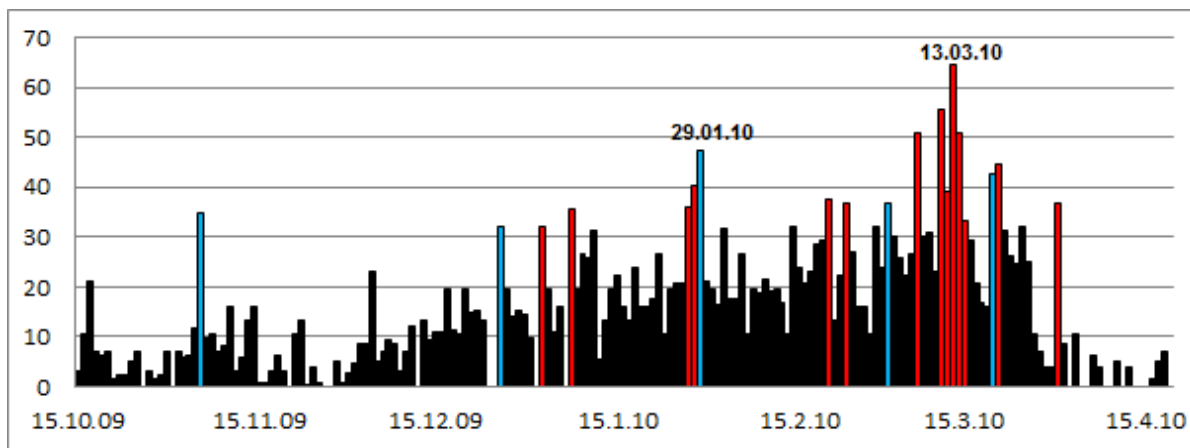


Bild 13. Halkolyckor som inträffat under arbetsvägen, under perioden 15.10.2009–19.4.2010 i Nyland. De svarta kolumnerna representerar dagar med normalt väglag, de röda kolumnerna representerar hala dagar då inte någon varning för fotgängare varit i kraft och de blåa kolumnerna representerar hala dagar då en varning för fotgängare varit i kraft.

8.3 Vintersäsongen 2010–2011

Den termiska vintern började i Nyland den 17 november 2010. Köldperioden var i synnerhet vid landets södra kust mycket kortare än under föregående vintersäsong eftersom temperaturen överskred nollstrecket i Kajaniemi redan i december. I Helsingfors varade köldperioden 32 dygn medan den i Vanda varade 52 dygn. Den 14 oktober drog ett djupt lågtryck med snöfall fram över landets södra och mellersta delar. I öst förekom det rikligaste snöfallet (lokalt över 15 cm) men även över den södra kusten låg det på morgonen ett vitt snötäcke. Under den 18 november 2010 rörde sig ett annat snöområde i nordostlig riktning över landets södra och mellersta delar, i samband med vilket hela Finland täcktes av snö (förutom den sydvästra kusten). Under den 6 och 7 december 2010 snöade det lokalt i landets södra delar över 20 cm. Under denna vintersäsong gjorde de assisterande meteorologerna sina första observationer om fotgängarvädret den 18 januari 2011.

På basis av ambulanstransporter kunde 19 dagar klassificeras som mycket hala, under dessa dagar behövde sammanlagt nästan 500 personer ambulanstransport efter att ha råkat ut för en fallolycka. Under sex av dessa dagar hade de assisterande meteorologerna analyserat väglaget som mycket halt. För ungefär hälften av dessa dagar finns även friktionsvärden mätta med Vaisalas mätinstrument till förfogande. Under de undersökta dagarna var friktionskoefficienten oftast låg (nära 0,1), men under ett par dagar konstant över 0,6. På basis av TVL:s datasamling klassificerades 18 dagar som mycket hala och under dessa dagar inträffade det 1 600 fallolyckor under arbetsvägen. Även sex av dessa dagar analyserades

som mycket hala av de assisterande meteorologerna. Under dessa dagar var friktionskoefficienten oftast låg (under 8 av 18 dagar fanns det data från Vaisalas mätinstrument). Enligt TVL:s halkstatistik inträffade det många halkolyckor den 23 och 24 mars och FMI hade varnat fotgängarna för halt väglag. Enligt Hippi (2012) var Helsingfors centrum då redan till största delen fritt från snö och is men trottoarerna i Helsingfors förortsområde var ännu täckta av snö och is. Temperaturen hade under en längre tid legat under nollstrecket och den 22 mars var den första dagen då temperaturen klart översteg nollstrecket. Isen och snön började smälta, vilket gjorde väglaget mycket dåligt. På en del områden täcktes även de isiga ytorna av smältvatten. Enligt Vaisalas mätinstrument var friktionen god eftersom Vaisalas mätinstrument endast observerade områden där snön och isen redan hade smultit. Vädermodellen för fotgängare uppskattade väglaget endast som halt men inte som mycket halt. I fallstudierna har jag undersökt den 4 till 9 februari samt den 19 mars.

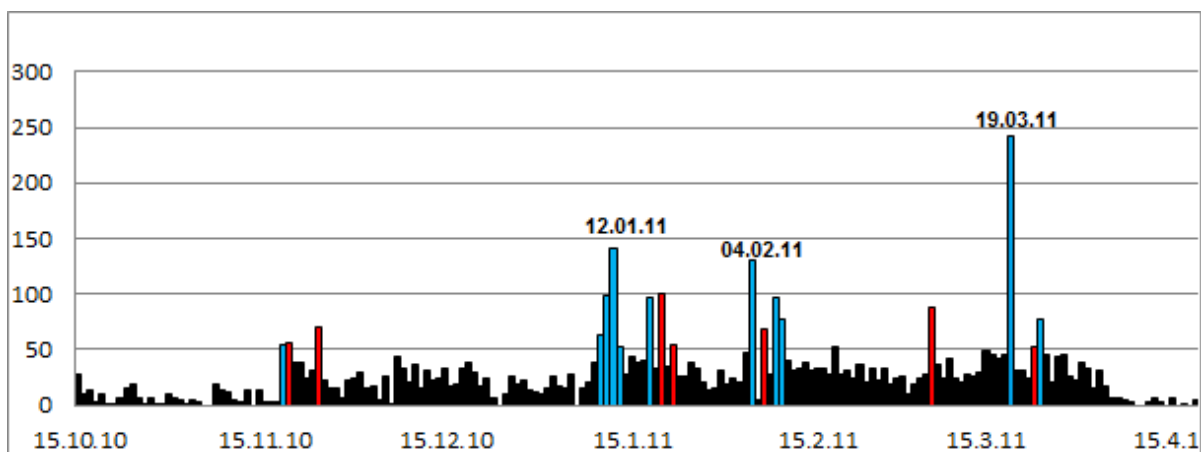


Bild 14. Halkolyckor, på basis av ambulanstransporterna i Helsingfors, under perioden 15.10.2010–19.4.2011. De svarta kolumnerna representerar dagar med normalt väglag, de röda kolumnerna representerar hala dagar då inte någon varning för fotgängare varit i kraft och de blåa kolumnerna representerar hala dagar då en varning för fotgängare varit i kraft.

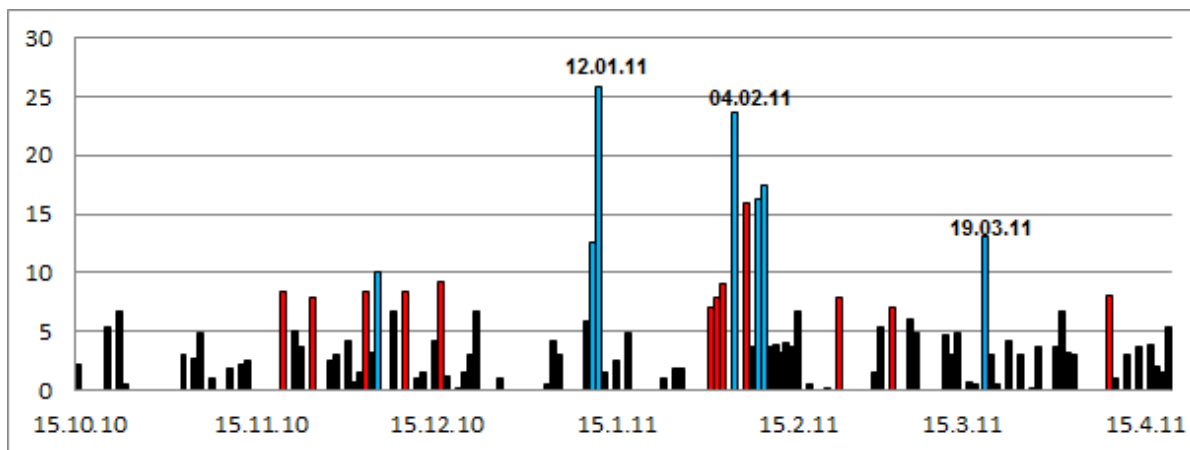


Bild 15. Halkolyckor som inträffat under arbetsvägen, under perioden 15.10.2010–19.4.2011 i Nyland. De svarta kolumnerna representerar dagar med normalt väglag, de röda kolumnerna representerar hala dagar då inte någon varning varit i kraft och de blåa kolumnerna representerar hala dagar då en varning för fotgängare varit i kraft.

8.4 Vintersäsongen 2011–2012

Fastän februarimånad var kall var medeltemperaturen ändå i en vid utsträckning högre än normalt, under vintersäsongen (december, januari och februari). Orsaken till detta var den milda decembermånaden, som ledde till att den termiska vintern började ovanligt sent. Längst i söder började den termiska vintern först den 6 januari 2012. Även nederbörsmängden var i en vid utsträckning större än vanligt. Den största nederbörsmängden under vintersäsongen mättes i Gumtäkt, Helsingfors (344 mm). I söder kom nederbörden i form av snö först i början av januari. En annan viktig händelse under vintersäsongen var julhelgens Tapani-storm med kraftiga vindbyar.

Utgående från ambulanstransporterna kunde 15 dagar klassificeras som hala för fotgängare. Under dessa dagar behövde över 350 personer ambulanstransport på grund av fallolycka. Från och med den 1 december har de assisterande meteorologerna gjort väderobservationer gällande vädret för fotgängare; regelbundet från och med den 7 december. Under åtta av dagarna som undersöktes har de assisterande meteorologerna analyserat väglaget som halt eller delvis halt. Vissa av de dagar som de assisterande meteorologerna kategoriserat som normalt väglag, har de i sin förklaring dock angett att det finns hala partier, exempelvis områden där det finns is under nysnön. Under över hälften av dagarna visade Vaisalas mätinstrument höga friktionsvärden (omkring 0,8). Under en del av dagarna sjönk

friktionsvärdet kraftigt och under en del var friktionsvärdet lågt under hela dagen (omkring 0,1).

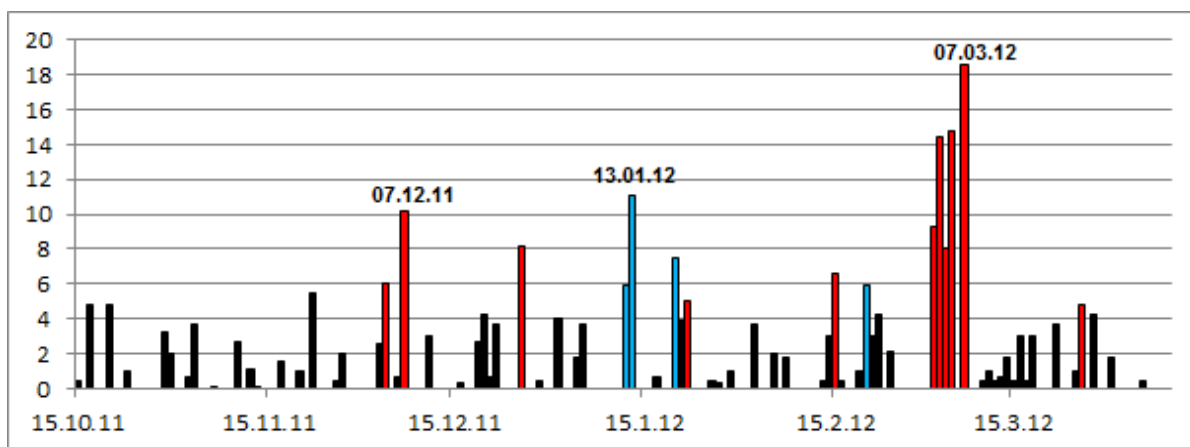


Bild 16. Halkolyckor, på basis av ambulanstransporterna i Helsingfors, under perioden 15.10.2011–19.4.2012. De svarta kolumnerna representerar dagar med normalt väglag, de röda kolumnerna representerar hala dagar då inte någon varning för fotgängare varit i kraft och de blåa kolumnerna representerar hala dagar då en varning för fotgängare varit i kraft.

8.5 Vintersäsongen 2012–2013

Den termiska vintern började i Nyland mellan den 28 och 29 november. I stora delar av landet bildades det första enhetliga snötäcket tidigare än vanligt. Landets västra del fick i en vid utsträckning sitt första enhetliga snötäcke den 26 oktober och även i Helsingforstrakten snöade det något, men nederbördsmängden var dock för liten för att kunna räknas som ett enhetligt snötäcke. Helsingforstrakten fick istället sitt första enhetliga snötäcke i samband med Antti-stormen i slutet av november. Decembarmånaden var tre till sex grader kallare än normalt och nederbördsmängden normal. Under större delen av månaden höll de sydostliga vindarna vädret kallt och det snöade mycket. Efter julhelgen dominerade de sydvästliga vindarna som gjorde vädret mildare och det regnade tidvis. Efter det milda vädret under årsskiftet inverkade mest ett högtrycksområde på landets södra och mellersta delar. Under januarimånad var medeltemperaturen i landets södra delar ungefär en grad lägre än normalt och nederbördsmängden var mindre än normalt. Under februarimånad var vädret, utgående från av medeltemperaturen, mildare än normalt (i bred utsträckning 3–4°C mildare) och nederbördsmängden var något mindre än normalt. Ett högtrycksområde bidrog till att medeltemperaturen under marsmånad var klart lägre än normalt i hela landet (i stor utsträckning 5 till 6 grader kallare).

Utgående från ambulanstransporterna kunde 18 dagar klassificeras som hala, under vilka det inträffade över 600 fallolyckor. Den första väglagsobservationen för vintern utfördes av den assisterande meteorologen den 26 oktober och regelbundna observationer utfördes fr.o.m. den 28 november. De assisterande meteorologerna har analyserat väglaget som halt under endast fyra av de dagar som utgående från ambulanstransporterna kunde klassificeras som hala. Vissa av de dagar som de assisterande meteorologerna kategoriserat som normalt väglag, har de dock i sin förklaring angett att det finns hala partier. Enligt DSC111-mätinstrumentet var friktionen god (friktionskoefficienten var ca 0,8) under en del av dagarna som enligt ambulanstransporterna var hala. Under hälften av dagarna var friktionen mycket dålig (friktionskoefficienten var ca 0,1) någon gång under dagen. I fallstudierna har jag undersökt den 30 november och dagarna kring årsskiftet. Under vårvintern inträffar det ofta mycket halkolyckor eftersom snön smälter och fryser till is igen under natten. Även under denna vårvinter inträffade det en del dagar mycket halkolyckor. I slutet av marsmånad hade FMI på sin hemsida även meddelat om detta (FMI, 2013).

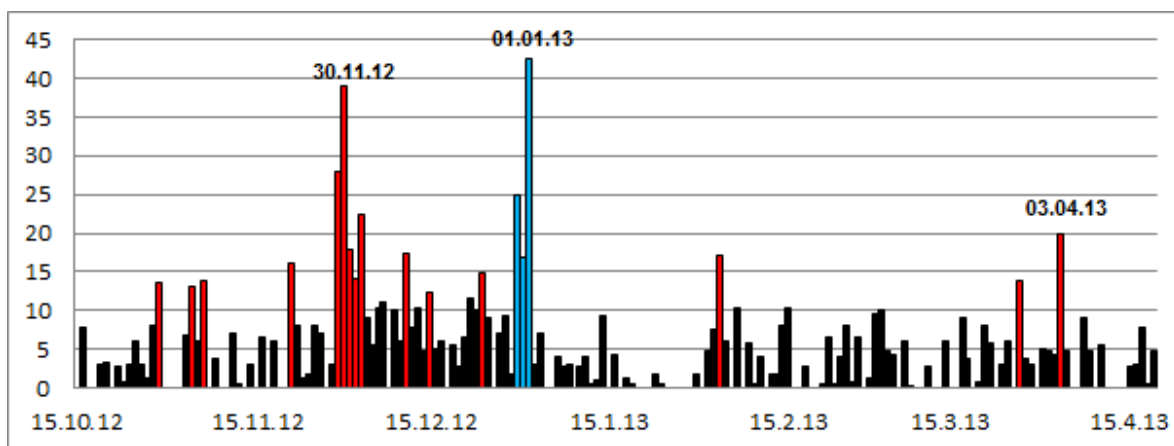


Bild 17. Halkolyckor, på basis av ambulanstransporterna i Helsingfors, under perioden 15.10.2012–31.12.2012. De svarta kolumnerna representerar dagar med normalt väglag, de röda kolumnerna representerar hala dagar då inte någon varning för fotgängare varit i kraft och de blåa kolumnerna representerar hala dagar då en varning för fotgängare varit i kraft.

9. Fallstudier

Vissa dagar inträffar det exceptionellt många halkolyckor. Genom att undersöka dessa dagars synoptiska förhållanden och SYNOP-observationer får man en större helhetsbild av vilka

väderförhållanden som orsakar halt väglag för fotgängare. I detta kapitel är några fallstudier, för dagar med exceptionellt mycket halkolyckor, presenterade. I fallstudierna har jag beaktat den synoptiska situationen, SYNOP-observationer, assisterande meteorologers observationer, radarobservationer, FMI:s vädermeddelanden, Vaisalas mätinstrument DSC111 och den kamera som är placerad intill mätinstrumentet på Järnvägstorget.

9.1 Halkolyckor förknippade med snöstormar

Oftast förknippas halt väglag för fotgängare med en isig yta täckt av ett tunt lager snö eller vatten. Enligt TVL:s datasamling och ambulanstransporter inträffar det även mycket halkolyckor i samband med vinterstormar med ymnigt snöfall och kraftiga vindar. I samband med snöstormarna 24 november 2008 och 30 november 2012 inträffade det mycket halkolyckor. Enligt tabell 5, där antalet fallolyckor under arbetsvägen och på basis av ambulanstransporterna är presenterade, var väglaget mycket halt den 24 november 2008 och FMI borde då ha varnat för mycket halt väglag. Under perioden 29 november till 3 december 2012 inträffade det, på basis av ambulanstransporterna, mycket halkolyckor. Flest olyckor skedde den 30 november (jfr tabell 6). FMI gav inte ut någon varning för fotgängare mellan den 29 november och 3 december 2012, men FMI hade varnat för halt väglag den 28 november 2012.

Eerola (2009) och Nevalainen (2012) har studerat vinterstormen som anlände till Finlands sydöstra kust söndagen den 23 november 2008. Luftrycket i lågtryckets centrum sjönk snabbt, ända ned till 955 hPa. Hårda vindar, kraftigt snöfall och vinterblixtar observerades i samband med vinterstormen. Lågtrycket fick sin början i södra Europa, och anlände till Finland från sydost. Det snöade mest vid Finlands södra kust (bild 18). Lokalt ökade snödjupet, mellan 8 UTC den 23 november och 7 UTC den 24 november, med över 30 cm. På Finska viken uppmättes de kraftigaste 10 minuters medelvindarna till 27 m/s, och vindbyarna till nästan 35 m/s. De motsvarande vindarna över land var 18 m/s och 27 m/s. Det elektriska nätverket och sjö-, land- och lufttrafiken tog skada av de kraftiga vindarna och det ymniga snöfallet. Eftersom stormen var vintersäsongen första, var det viktigt för meteorologerna att i god tid kunna varna samhället för den. Eerola har studerat varför FMI:s två operativa HIRLAM-modellers (RCR och MB71) prognoser skiljde sig såpass mycket

från varandra. Skillnaden i lufttrycket för de modellerna var 20 hPa vid havsytans nivå. Genom jämförelser de operativa HIRLAM-modellerna emellan och väderobservationer konstaterar Eerola att RCR-modellens prognos gav en intensivare cyklon och dess utveckling inträffade tidigare. Dess rörelser saktade även in för tidigt, vilket ledde till att dess position var längre söderut än vad observationerna visar. Enligt MB71-modellens prognos var cyklonen svagare än observerad och enligt den skulle det inte ha förekommit stormvindar. MB71-modellens horisontala utsträckning och källan till dess laterala gränslinje är enligt Eerola orsaken till skillnaden i prognoserna. FMI:s jourhavande meteorologer, varnade för stormigt vinterväder eftersom även ECMWF:s (The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) prognos utgjordes av stormigt väder.

Tabell 5. Fallolyckor baserat på ambulanstransporter och TVL:s databas 23–27.11.2008 samt FMI:s vädermeddelanden för fotgängare i Nyland. De dagar som är märkta med rött är klassificerade som hala både på basis av TVL -och ambulanstransporternas datasamling. Den 27 november klassificerades endast av TVL som hal. Begreppet korrigerad står för antalet halkolyckor efter korrigerarna.

Datum	Ambulanstransporter	Ambulanstransporter (korrigerad)	TVL	TVL (korrigerad)	Varning (FMI)
23.11.2008	22	7	13	74	Nej
24.11.2008	59	49	775	459	Nej
25.11.2008	20	9	170	130	Nej
26.11.2008	22	11	111	83	Nej
27.11.2008	18	4	52	41	Ja

Tabell 6. Fallolyckor baserat på ambulanstransporter under perioden 29.11.2012–3.12.2012 samt FMI:s vädermeddelanden för fotgängare i Nyland. De dagar som är märkta med rött är klassificerade som hala. Begreppet korrigerad står för antalet halkolyckor efter korrigerarna.

Datum	Ambulanstransporter	Ambulanstransporter (korrigerad)	Varning (FMI)
28.11.2012	15	3	Ja
29.11.2012	39	27	Nej
30.11.2012	60	39	Nej
1.12.2012	47	17	Nej
2.12.2012	29	14	Nej
3.12.2012	34	22	Nej

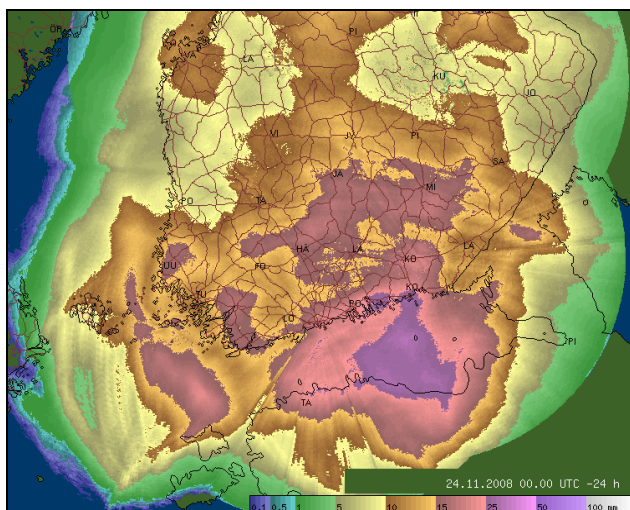


Bild 18. Nederbörden, baserad på radarobservationer mellan den 23 november 2008 00 UTC till den 24 november 2008 00 UTC. Källa: FMI

Enligt Nevalainen kan stormen delas in i fyra olika nederbördsfaser: (1) för-fronts fas, (2) front-fas och två olika efter-fronts faser (3 och 4). Det observerades band av snökanoner under alla dessa faser. Snökanonerna uppkom av olika drivkrafter i fas (1) och (2) till skillnad från (3) och (4). Nevalainen har identifierat 22 stycken snökanoner under stormens framfärd över Finland. Snökanonerna inducerades av att både Finska viken och stora sjöar ännu inte hade frusit till is inför vintern. Till väster om cyklonens kraftigaste vindar uppstod det flerdubbla snökanoner. Enligt Nevalainen gick det att simulera cyklonens utveckling relativt bra med hjälp av AROME-simuleringar. Simuleringarna angav dock en svagare cyklon och dess position var längre söderut än observerat. Enligt både observationer och simuleringar förekom det kraftigaste snöfallet under fas (2). Under fas (3) förekom det både mycket konvektiv nederbörd och mesoskala konvektiva snökanoner. AROME-simuleringarna underskattade nederbördsmängden.

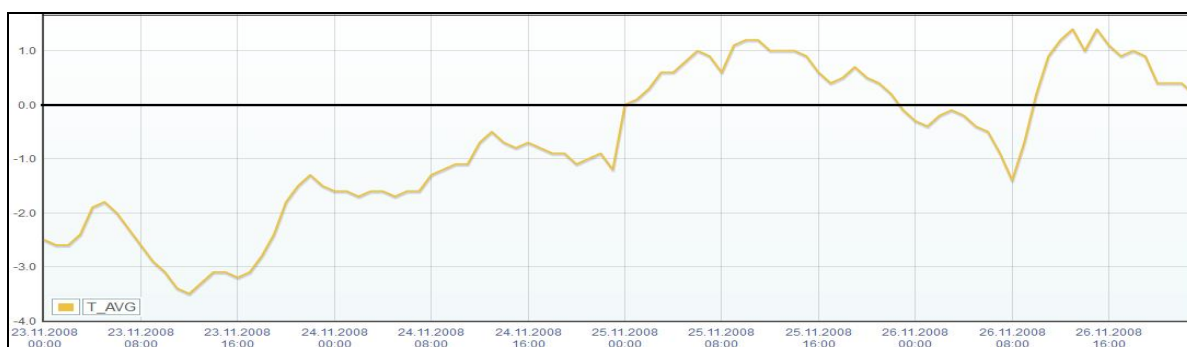


Bild 19. Medeltemperaturen vid två meters höjd (T_{AVG}) i Guntäkt som en funktion av tiden den 23 november till 26 november 2008. Källa: FMI

Temperaturen vid två meters höjd korsade nollsträcket tre gånger mellan den 24 november 2008 till den 25 november 2008 i Helsingfors (bild 19) vilket ökade risken för att halkolyckor kunde inträffa. Medeltemperaturen i Helsingfors-Vanda var den 24 november 2008 $-1,5^{\circ}\text{C}$, minimitemperaturen -3°C , maximitemperaturen $-0,5^{\circ}\text{C}$ och nederbördsmängden var 7 mm och snödjupet 16 cm på morgonen 06 UTC. I Gumtäkt var medeltemperaturen $-1,1^{\circ}\text{C}$, minimitemperaturen $-2,7^{\circ}\text{C}$, maximitemperaturen $-0,5^{\circ}\text{C}$, nederbördsmängden 8,4 mm och snödjupet 28 cm. Vädermodellen för fotgängare tolkade väglaget som mycket halt den 24 och 25 november 2008 på grund av tillpackad snö.

Snöstormen i november 2008 påminner om vintersäsongens 2012–2013 första snöstorm. På basis av ambulansstransporterna (bild 17) inträffade det mycket halkolyckor under Antti-stormen. Antti-stormen anlände till södra Finland söderifrån fredagen den 29 november 2012 (bild 20). Lågtrycksområdet bestod av ymnigt snöfall och kraftiga vindar. I synnerhet längs med kusten ökade snödjupet lokalt med 20–45 cm (bild 20). Exempelvis, ökade snödjupet i Hangö med 45 cm under ett dygn (under tiden 30.11–1.12.2012). I Helsingforstrakten ökade snödjupet med 20–40 cm mellan den 29 november 2012 och den 1 december 2012. Detta ymniga snöfall, i samband med kraftiga vindar, orsakade problem för både bil- och sjötrafiken. Under fredagen den 30 november 2012 var de maximala medelvindarna på Helsingfors-Vanda flygfält 14 m/s och de maximala vindbyarna 21 m/s. Motsvarande värden i Gumtäkt var 12 m/s och 22 m/s, på Helsingfors fyr 26 m/s och 38 m/s och på Gråhara 21 m/s och 28 m/s. Eftersom detta var den första vinterstormen under vintersäsongen 2012–2013, hade befolkningen ännu inte vant sig vid det hala vintervädret.

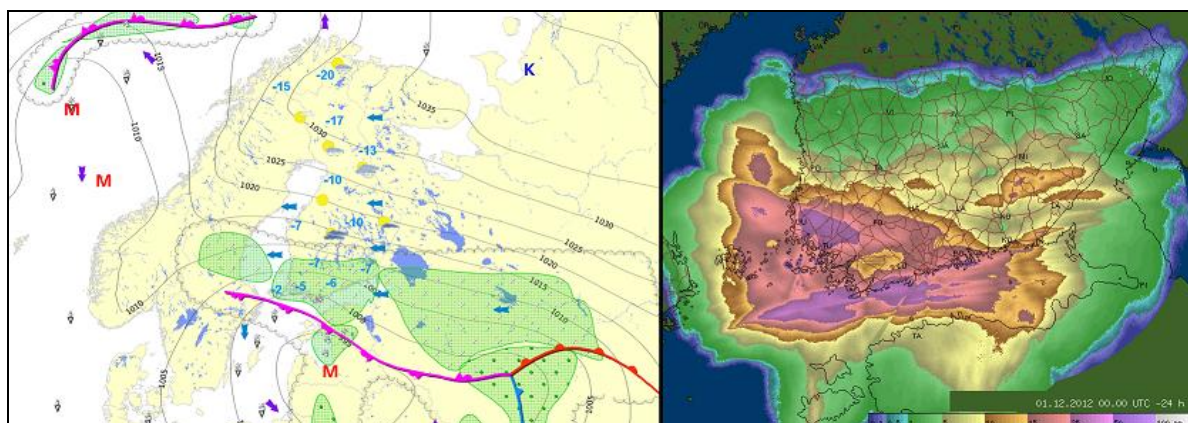


Bild 20. Till vänster FMI:s jourhavande meteorologs väderprognos för den 30 november 2012 12 UTC, gjord den 29 november. Till höger nederbördsmängden, baserad på radarobservationer mellan den 30 november 2012 00 UTC och den 1 december 00 UTC. Färgskalan, i det högra nedre hörnet, presenterar nederbördsmängden i mm. Källa: FMI

Temperaturen vid två meters höjd sjönk i samband med stormen (bild 21) och det var köldgrader i Helsingfors under perioden den 29 november 2012 till den 3 december 2012. Medeltemperaturen i Gumtäkt den 30 november 2012 var $-5,9^{\circ}\text{C}$, minimitemperaturen $-7,9^{\circ}\text{C}$, maximitemperaturen $-3,1^{\circ}\text{C}$, nederbördsmängden 6,7 mm och snödjupet 13 cm. Dagen innan hade snödjupet varit noll centimeter i Gumtäkt.



Bild 21. Medeltemperaturen vid två meters höjd (T_{AVG}) i Gumtäkt som en funktion av tiden mellan den 29 november till 3 december 2012. Källa: FMI

Friktionsvärden för Vaisalas mätinstrument DSC111 i Gumtäkt var i början av den 29 november 2012 omkring 0,7 enheter, i samband med snöfallet sjönk friktionsvärdet till under 0,2 enheter (bild 22). Den 30 november var friktionsvärdet enda till eftermiddagen omkring 0,5 enheter, men sjönk på kvällen till under 0,2 enheter. Därefter hölls friktionen låg en längre tid, även efter den 3 december 2012. I samband med snöfallet sjönk friktionsvärdet på Järnvägstorget från 0,8 enheter till något över 0,1 enheter innan tolvslaget under natten mellan den 28 november och den 29 november. Hela den 29 november var friktionsvärdena omkring 0,1 enheter. Inga friktionsmätningar finns till förfogande från Järnvägstorgets mätinstrument under den 30 november. Den 1 december var friktionsvärdet i början av dygnet omkring 0,6 enheter, i och med ett nytt snöfall sjönkt friktionskoefficienten till 0,1 enheter. Därefter fick mätinstrumentet endast låga friktionsvärden. Friktionskoefficienten antikorrelerar med snöfallet (jfr bild 22 och 23). Spetsen i bild 22 och 23 kan bero på att en bil stått parkerad på det område som Vaisalas mätinstrument observerar. Enligt de assisterande meteorologernas observationer var trottoarerna täckta av ett tunt snötäcke och väglaget var halt förmiddagen den 29 november 2012. På eftermiddagen var väglaget normalt. Den 30 november var väglaget halt hela dagen på grund av yrande snöfall och på grund av att trottoarerna var täckta av ett tjockt snötäcke. Den 1 till 3 december var vägarna plogade och väglaget normalt för fotgängare. En del områden var hala eftersom alla trottoarytor ännu inte var plogade. Vädermodellen för fotgängare kördes mellan den 24

november till den 2 december 2012. Den 24 november tolkade vädermodellen väglaget som halt (index 2) under morgnatten och förmiddagen. Vädermodellen tolkade väglaget som mycket halt på grund av snö på is (index 5) fr.o.m. den 29 och ett dygn framåt.

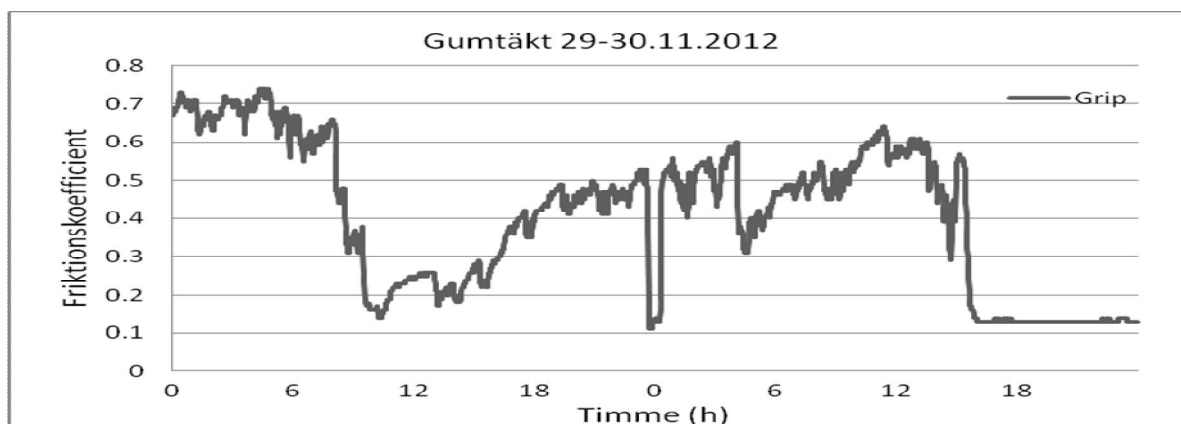


Bild 22. Friktionskoefficienten i Gumtäkt som en funktion av tiden mellan den 29 till 30 december 2012. Källa: FMI

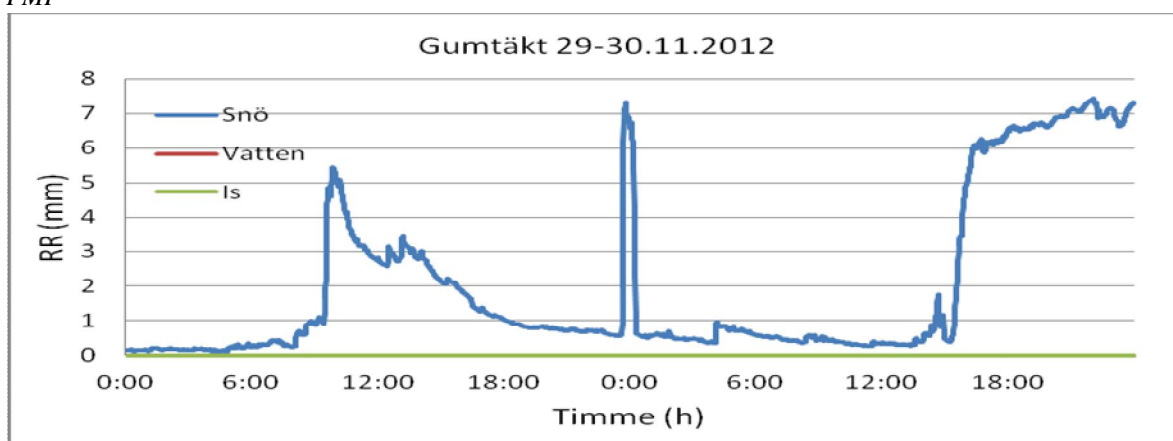


Bild 23. Nederbörden (mm/timme) som en funktion av tiden i Gumtäkt den 29 till 30 november 2012. De olika färgerna representerar olika aggregationstillstånd; is (grön), snö (blå) och vatten (röd). Källa: FMI

9.2 Fredagen den 4 februari till onsdagen 9 februari 2011

Snösäsongen startade tidigt denna vintersäsong och trottoarerna var vid denna tidpunkt till största delen täckt av ett islager (Hippi, 2012). I Helsingforstrakten var väglaget mycket halt under den sexdagars långa perioden (4.2–9.2.2011). Under denna period inträffade det flest halkolyckor fredagen den 4 februari (tabell 7). Under en del av dessa dagar hade FMI varnat för mycket halt väglag i Nyland.

Tabell 7. Fallolyckorna baserade på ambulanstransporterna och TVL:s databas samt Meteorologiska institutets varningar för fotgängare i Nyland. De dagar som är märkta med rött är klassificerade både på basis av TVL:s -och ambulanstransporternas fallstatistik som hala.

Datum	Ambulans	Ambulans (korrigerad)	TVL	TVL (korrigerad)	Varningar (FMI)
4.2.2011	43	23	151	130	Ja
5.2.2011	19	0	2	5	Ja
6.2.2011	31	16	12	68	Nej
7.2.2011	17	3	56	96	Nej
8.2.2011	26	16	128	96	Ja
9.2.2011	27	17	104	77	Ja

Finland hörde till ett omfattande lågtrycksområde under den största delen av denna sex dagars period. I södra Finland var vädret till största delen ostadigt, och i synnerhet i början av perioden var vädret mildt. Den 6 och 7 februari var det i samband med ett högtrycksområde uppehållsväder samt något kyligare. Eftersom temperaturen, vid två meters höjd, många gånger korsade nollstrecket, frös och smalt trottoarerna. Detta i samband med snöfallet gjorde att trottoarerna blev mycket hala (bild 24).

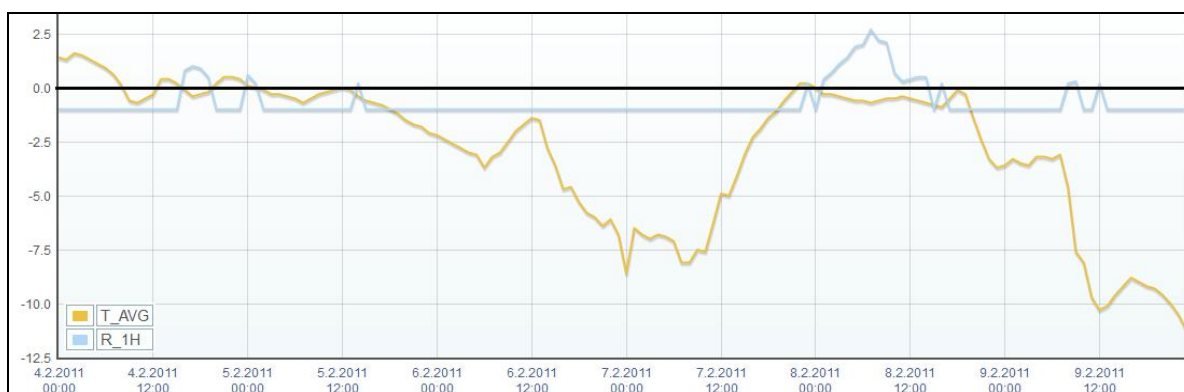


Bild 24. Medeltemperaturen vid två meters höjd (T_{AVG}) och en timmes nederbörds mängd (R_{1H}) som funktion av tiden, mellan den 4 februari 2011 till den 9 februari 2011 i Gumtäkt. R_{1H} har värdet -1 då nederbörds mängden under den senaste timmen är 0 mm. Källa: FMI

Natten mellan den 2 februari och 3 februari var det köldgrader i Helsingforstrakten (nattens minimitemperatur i Kajsaniemi: $-1,6^{\circ}\text{C}$; Gumtäkt: $-3,1^{\circ}\text{C}$; Helsingfors-Vanda: -5°C). Torsdagen den 3 februari anlände ett lågtryck till landets västra del och rörde sig därefter österut över landets södra och mellersta delar. I Helsingforstrakten både snöade och regnade det i samband med lågtrycksområdet. Under torsdagen den 3 februari blev vädret mildare

och temperaturen steg över noll grader. På fredagen den 4 februari anlände ett snöområde från väst till landets södra och mellersta delar (bild 25). I huvudstadsregionen var nederbördsmängden (förändrad till vatten) mellan 3 mm och 4 mm, och snödjupet ökade under dagen med några centimeter. Medeltemperaturen var den 4 februari fortfarande något över noll grader i Helsingforsstrakten (Kajsaniemi: 1°C; Gumtåkt: 0,8°C; Helsingfors-Vanda flygfält: 0,4°C). I Kajsaniemi gick temperaturen under nollstrecket mellan kl. 9:30 och 10:50, temperaturen var omkring 0°C mellan kl. 18 och 20 på kvällen. Även i Gumtåkt och på Helsingfors-Vanda flygplats sjönk temperaturen under nollstrecket under dagens lopp. Minimitemperaturen under dagens lopp i Kajsaniemi var -0,4°C, i Gumtåkt -0,5°C och på Helsingfors-Vanda -1°C. Den 5 februari förekom det lätt snöfall (nederbörden förändrad till vatten var omkring 0,5 mm i Helsingforsstrakten) under största delen av dagen. Efter uppehållsvädret den 6 och 7 februari rörde sig ett nytt lågtrycksområde över södra Finland. I början av lågtrycksområdet (bild 25), natten mellan den 7 och 8 februari, förekom det duggregn men nederbörden ändrade snabbt form till snö. I samband med lågtrycksområdet snöade det rikligt, omkring 20 mm (förändrad till vatten). Enligt radarobservationer var nederbörden i Helsingforsregionen lokalt över 25 mm mellan den 8 februari 00 UTC och den 9 februari 00 UTC. Mellan den 7 februari 06 UTC och den 9 februari 06 UTC ökade snödjupet i Helsingforsstrakten med över 15 cm. På grund av denna rikliga mängd snö och det milda vädret tillpackades snön på trottoarerna och det bildades mycket hala partier på trottoarerna. Natten mellan den 8 och 9 februari sjönk temperaturen på nytt och vädret var klart. Den 9 februari snöade det lätt.

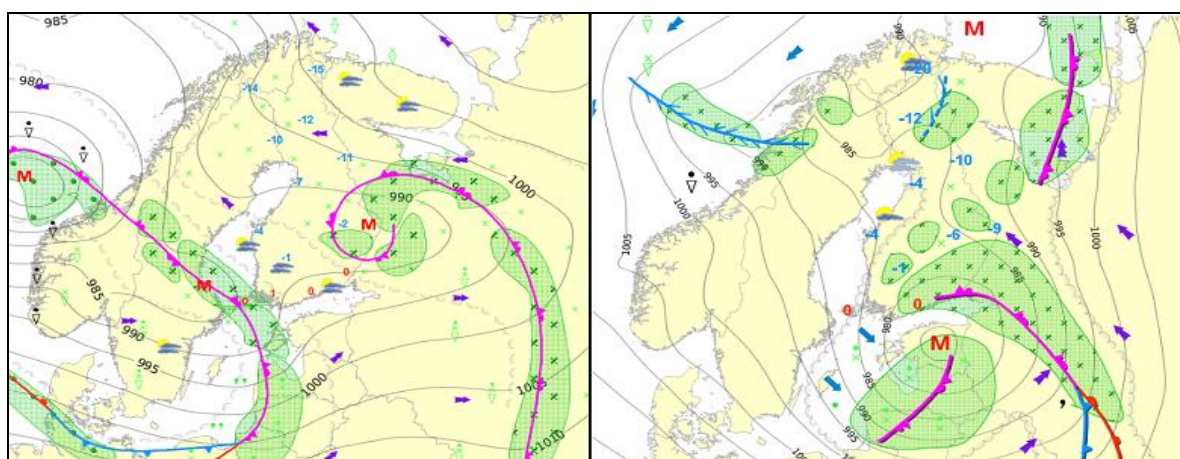


Bild 25. Till vänster FMI:s jourhavande meteorologs väderprognos för den 4 februari 12 UTC, gjord den 4 februari 00 UTC. Ett lågtrycksområde anländer till sydöstra Finland. Till höger FMI:s jourhavande meteorologs väderprognos för den 8 februari 12 UTC, gjord den 8 februari 00 UTC. Lågtryckscentret befinner sig enligt prognosen över Baltikum på eftermiddagen, och på många håll snöar det rikligt. Källa: FMI

Den 4 februari, kl. 15–19, sjönk friktionsvärdet både enligt Gumtäkts och Järnvägstorgets DSC111-mätinstrument ("grip") till 0,1–0,4 (jfr med bild 26). Tidigare på dagen och senare på kvällen var friktionsvärdet mellan 0,6–0,8. Friktionsvärde sjönk under 0,2 enheter innan midnatt, och en stor del av den 5 februari var friktionen mycket låg, och även en lång tid framöver. Fastän väglaget blev bättre efter den 9 februari fortsatte DSC111 att visa låga friktionsvärden en lång tid framöver. Då snölagret drastiskt ökade på eftermiddagen den 4 februari sjönk friktionskoefficienten även snabbt enligt Vaisalas mätinstrument (jfr bild 26 och 27). Först den 2 mars 2011, då snölagret på nytt sjönk, steg friktionen enligt Vaisalas mätinstrument. Enligt de assisterande meteorologernas observationer var trottoarerna mycket hala på de osandade områdena den 4 februari. Den 5 till 7 februari var väglaget normalt, fastän det den 5 februari snöade lätt. Den 8 november snöade det omkring 10 cm blötsnö, och områden med tillpackad snö blev mycket hala. Därefter var områden med tillpackad snö hala. Vädermodellen för fotgängare är körd mellan den 1 till 10 februari i Helsingfors. Natten mellan den 1 och 2 februari samt under några timmar den 4 februari tolkade vädermodellen väglaget som svårt (index 2). Den 8 februari tolkade vädermodellen väglaget som halt på grund av tillpackad snö (index 3).

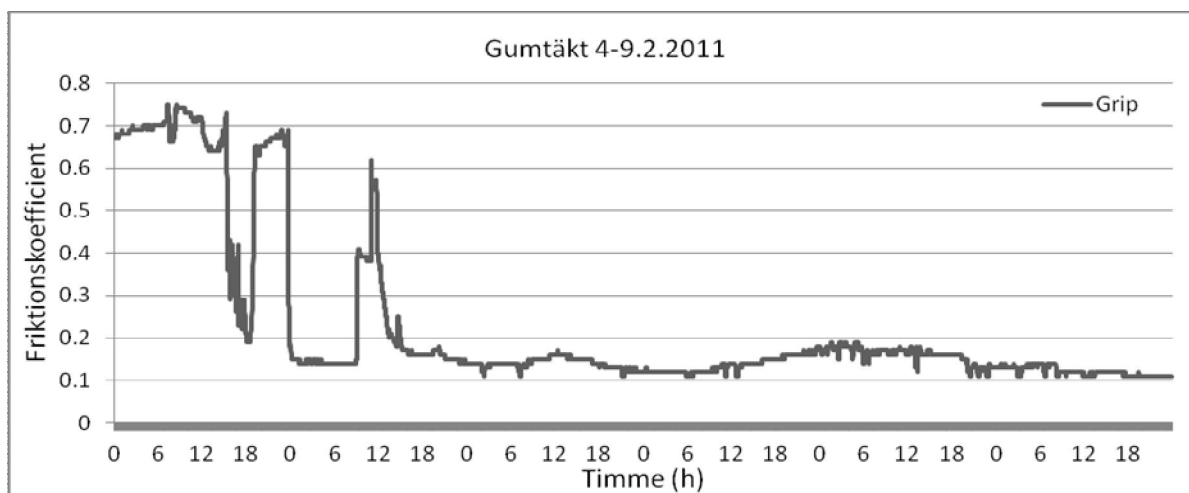


Bild 26. Friktionskoefficienten som funktion av tiden (UTC) under den 4 till 9 februari 2011 i Gumtäkt. Källa: FMI

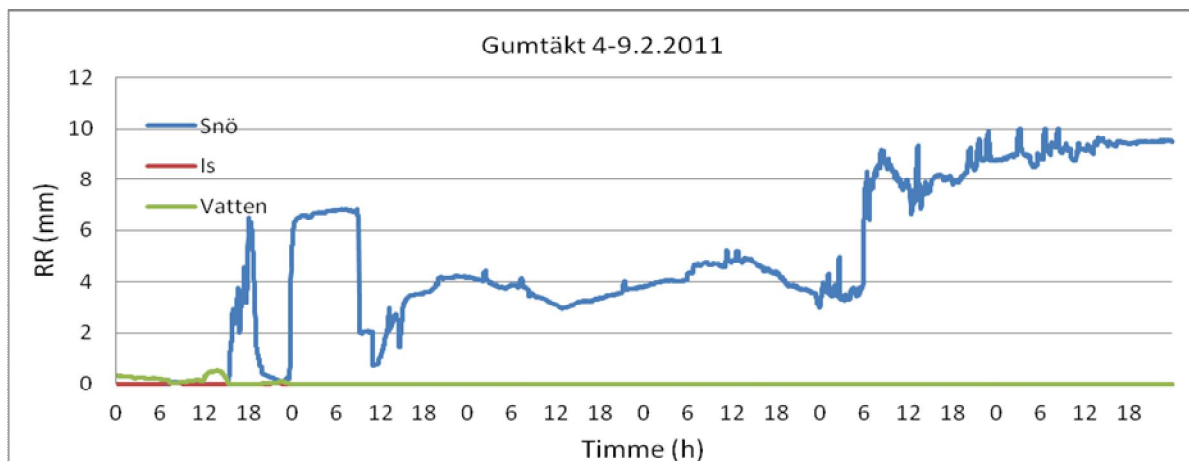


Bild 27. Vaisalas mätinstruments snö/is/vattenlagermätningar som funktion av tiden (UTC) under den 4 till 9 februari. De olika färgerna representerar de olika aggregationstillstånden: snö (blå), is (röd) och vatten (grön). Källa: FMI

9.3 Lördagen den 19 mars 2011

Ett lätt snöfallsområde rörde sig den 19 mars 2011 över Finland från väst till öst. Nederbörden i Helsingforsregionen var något över 3 mm (förändrad till vatten). Fredagen den 18 mars 2011 var temperaturen på dagen över noll grader. Under natten till lördagen sjönk temperaturen under nollstrecket och en del områden frös till is. På Helsingfors-Vanda flygfält var medeltemperaturen den 19 mars $-2,2^{\circ}\text{C}$, minimitemperaturen $-3,5^{\circ}\text{C}$ och maximitemperaturen $0,4^{\circ}\text{C}$. I Kajsaniemi var medeltemperaturen $-1,5^{\circ}\text{C}$, minimitemperaturen $-2,1^{\circ}\text{C}$ och maximitemperaturen $0,4^{\circ}\text{C}$. På förmiddagen började det snöa, de isiga partierna täcktes av snö, och väglaget blev snabbt mycket halt på dessa ställen. Det inträffade mycket halkolyckor som en följd av att temperaturen, vid två meters höjd, korsade nollstrecket många gånger och att det förekom lätt snöfall (bild 28). På basis av antalet ambulanstransporter och fallolyckorna som inträffade under arbetsvägen, går det att konstatera att väglaget var mycket dåligt på trottoarerna (bild 14 och 15). Enligt ambulanstransporterna (40 stycken) och fallolyckorna under arbetsvägen (46 stycken) är halkolyckorna efter korrigeringen uträknad till 13 stycken respektive 242 stycken. FMI varnade i Nyland för mycket halt väglag på trottoarerna.



Bild 28. Medeltemperaturen vid två meters höjd (T_{AVG}) och en timmes nederbördsmängd (R_{1H}) som funktion av tiden mellan den 18 mars till den 21 mars 2011 i Kajaniemi. R_{1H} har värdet -1 då nederbördsmängden under den senaste timmen är 0 mm. Källa: FMI

Enligt de assisterande meteorologernas observationer var väglaget normalt på förmiddagen den 19 mars och trottoarerna var mest torra. Enligt de assisterande meteorologernas observationer var de snötäckta isiga områden mycket hala den 20 och 21 mars. Enligt Vaisalas mätinstrument var friktionen i början av dygnet bra (0,8 på Järnvägstorget och 0,4 i Gumtäkt) men sjönk drastiskt till 0,1 på både Järnvägstorget och i Gumtäkt, i samband med snöfallet (bild 29). Friktionskoefficienten antikorrelerade med nederbörden (jfr bild 29 och 30). Den 19 mars (fr.o.m. 12 UTC) tolkade vädermodellen för fotgängare väglaget som halt på grund av tillpackad snö (index 3). Den 20 mars tolkade vädermodellen väglaget som halt (index 3) och som mycket halt på grund av snö och vatten på is (index 4 och 5).

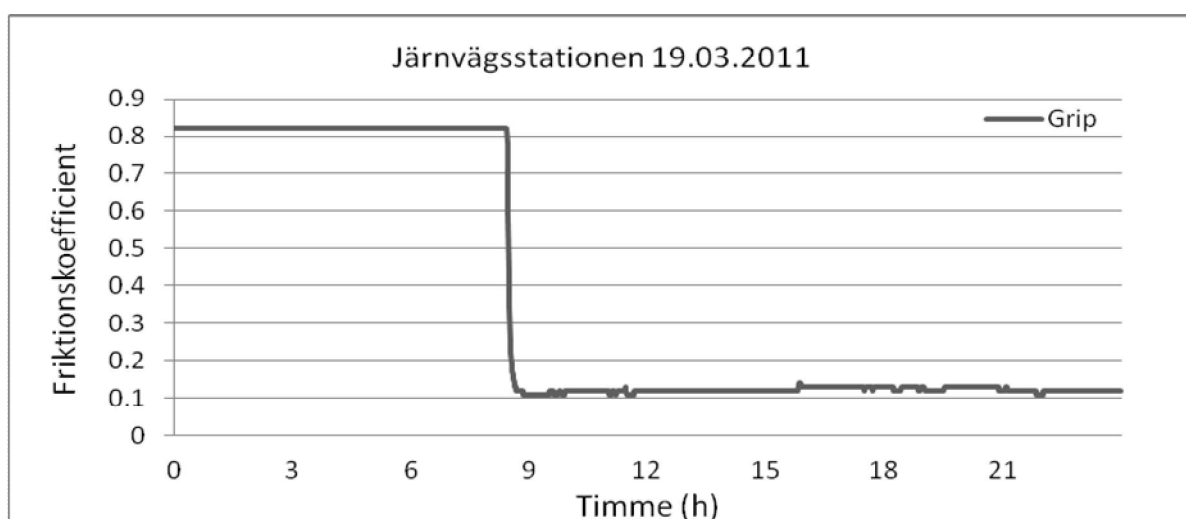


Bild 29. Friktionskoefficienten som funktion av tiden (UTC) den 19 mars 2011 utanför Järnvägsstationen. Källa: FMI

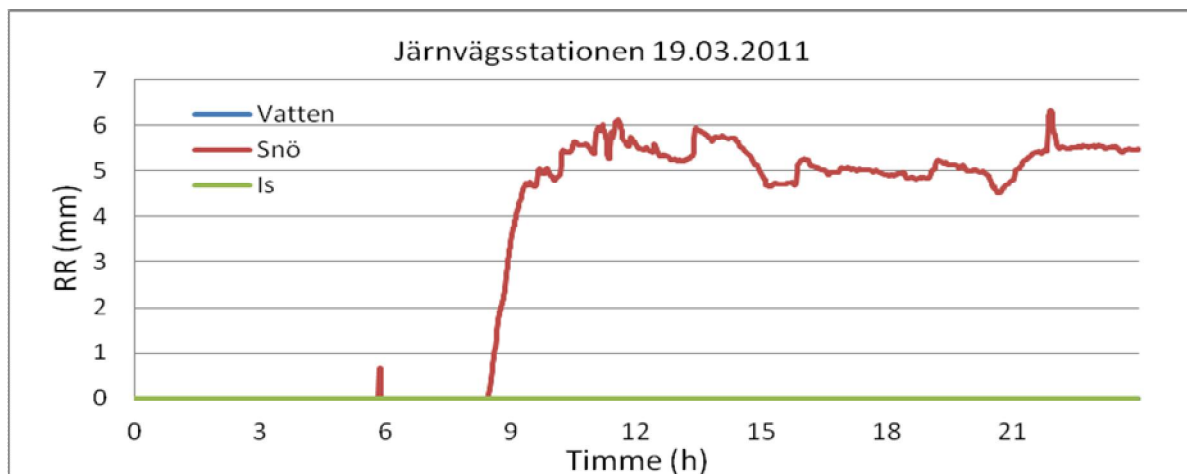


Bild 30. Vaisalas mätinstruments snö/is/vattenlager mätningar som funktion av tiden (UTC) under den 19 mars. De olika färgerna representerar de olika aggregationstillstånden: is(grön), snö(röd) och vatten (blå). Källa: FMI

9.4 Årsskiftet mellan 2012 och 2013

Under slutet av året 2012 och början av året 2013 var väglaget mycket halt för fotgängare i huvudstadsregionen. Enligt ambulanstransporterna inträffade det kring årsskiftet mycket halkolyckor; över 100 fallolyckor inträffade mellan den 30 december 2012 till 1 januari 2013 (tabell 8). FMI hade runt årsskiftet varnat fotgängarna för mycket halt väglag.

En högtrycksrygg höll vädret kallt den 29 december 2012. Medeltemperaturen i Kajaniemi var $-5,3^{\circ}\text{C}$, minimitemperaturen var $-10,8^{\circ}\text{C}$ och maximitemperaturen var $-0,7^{\circ}\text{C}$. Det var något kallare på Helsingfors-Vanda flygfält. En varmfront anlände natten till den 30 december till västra delen av landet, vilken under dagens lopp rörde sig österut (bild 31). De sydliga till sydvästliga vindarna förde med sig mild och fuktig luft. Medeltemperaturen var i Kajaniemi $-0,1^{\circ}\text{C}$, minimitemperaturen $-1,1^{\circ}\text{C}$ och maximi-temperaturen $+0,7^{\circ}\text{C}$ (ungefär samma värden mättes på Helsingfors-Vanda flygfält). Under morgonnatten regnade det underkylt regn, vilket åstadkom mycket hala trottoarer. Under dagens lopp förekom det även lätt regn och duggregn, under natten ändrade nederbörden form till snö. Nederbörd på de isiga ytorna orsakade mycket hala ytor (bild 31). Den 31 december förändrades nederbörden åter form till vatten. Det blev även ytterligare mildare; medeltemperaturen i Kajaniemi var $+1,9^{\circ}\text{C}$, minimitemperaturen var $+0,3^{\circ}\text{C}$ och maximitemperaturen $+2,5^{\circ}\text{C}$. Även efter årsskiftet fortsatte det milda vädret (bild 32).

Tabell 8. Fallolyckorna baserade på ambulanstransporterna och FMI:s varningar för fotgängare i Nyland. De dagar märkta med rött kunde på basis av ambulanstransporterna klassificeras som hala.

Datum	Ambulans	Ambulans (korrigerad)	Varningar (FMI)
29.12.2012	24	1	Nej
30.12.2012	40	25	Ja
31.12.2012	29	16	Ja
1.1.2013	48	42	Ja
2.1.2013	15	3	Nej
3.1.2013	20	7	Ja

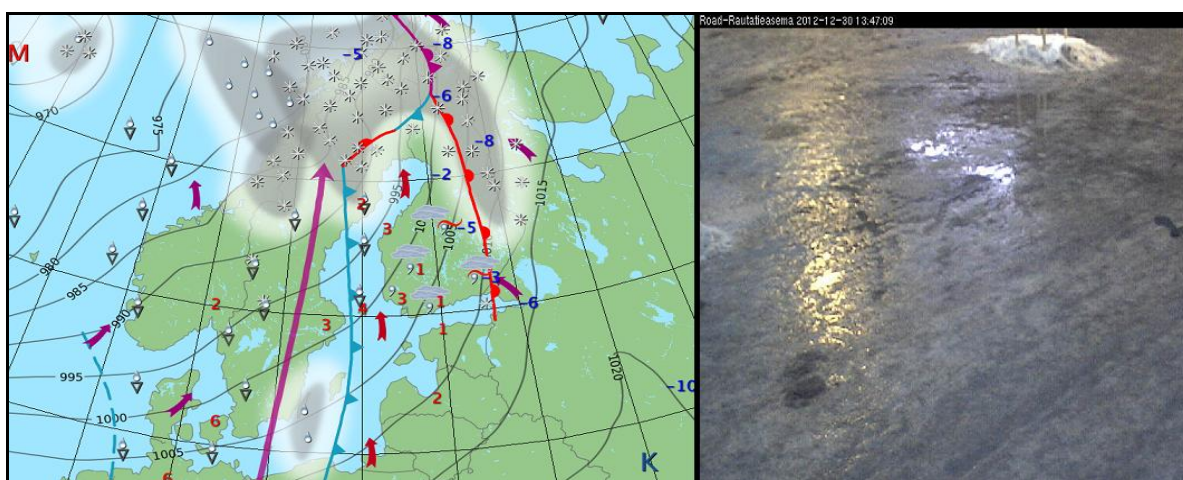


Bild 31. Till vänster FMI:s jourhavande meteorologs väderprognos för den 30 december 12 UTC, gjord den 30 december 00 UTC. Till höger följderna av nederbörden på de isiga ytorna. Bilden är tagen med den automatiska kameran som är placerad bredvid mätinstrumentet DSC111 på Järnvägstorget ca 14 UTC den 30 december 2012. Källa: FMI

Enligt de assisterande meteorologerna förändrades väglaget och blev mycket dåligt den 30 december eftersom det ovanpå snön fanns ett tunt lager av is och eftersom det hade förekommit underkyllt regn. Under nyårsafton var de områden som hade smultit och frusit till is hala. På nyårsdagen var det även mycket halt eftersom all snömodd hade smultit och bildat en isig yta. Även regnet gjorde väglaget halt. Den 2 januari var trottoarerna mycket hala på många håll, delvis var trottoarerna dock sandade och friktionen således bättre. Den 3 januari var väglaget normalt. På basis av Vaisalas mätinstrument var friktionen bra under största delen av den 30 december. Enligt mätinstrumentet var friktionen bra, då det regnade (jfr bild 33 och 34). Mätinstrumentet uppskattade situationen fel, eftersom väglaget blev mycket halt då det regnade på de isiga ytorna. Friktionskoefficienten sjönk dock under 0,4 enheter under en kort stund på kvällen i samband med snöfallet. Enligt vädermodellen för fotgängare var

väglaget till det stora hela normalt. Vädermodellen kördes för perioden: 26.12.2012–6.1.2013 i Helsingfors. Modellen uppskattade väglaget som halt (index 2) under tre perioder. Perioderna var; den 26 december 23 UTC till den 27 december 01 UTC, under den 27 december 6 UTC till 15 UTC och mellan 6 UTC och 16 UTC den 31 december. Modellen analyserar om islagret är hårt, d.v.s. en spegelyta. I detta fall var indexet som högst två fastän väglaget, enligt observationer, var mycket halt. Modellen klarade i detta fall inte av att analysera väglaget korrekt.



Bild 32. Medeltemperaturen vid två meters höjd (T_AVG) och en timmes nederbördsmängd (R_1H) som funktion av tiden mellan den 29 december 2012 och den 3 januari 2013 i Kajaniemi. R_1H har värdet -1 då den senaste timmens nederbördsmängd är 0 mm. Källa: FMI

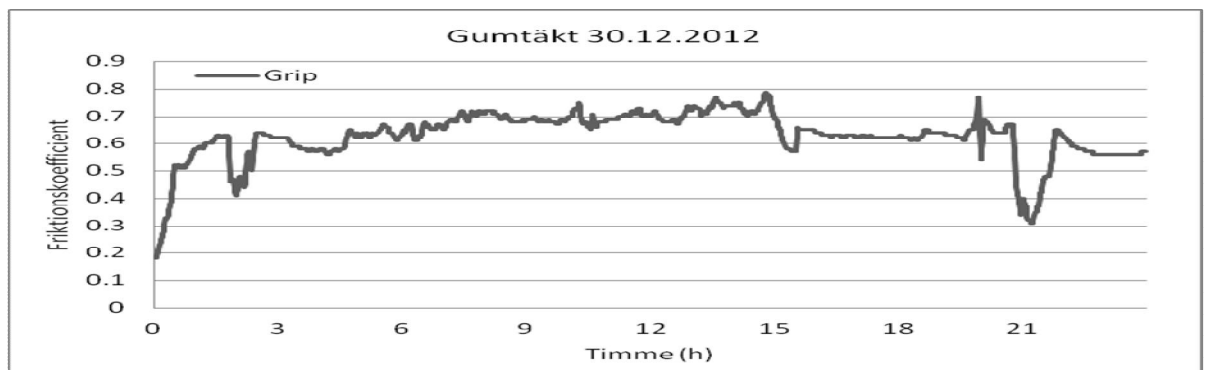


Bild 33. Friktionskoefficienten som en funktion av tiden (UTC) den 30 december 2012. Källa: FMI

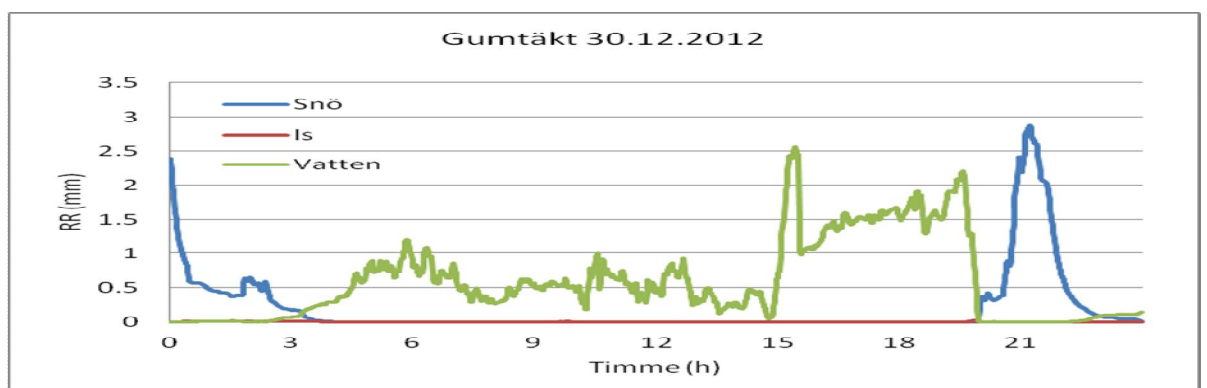


Bild 34. Snö/is/vatten lagret enligt Vaisalas mätinstrument som funktion av tiden (UTC) den 30 december 2012. De olika färgerna representerar de olika aggregationstillstånden; snö (blå), is (röd) och vatten (grön).

10. Sammanfattning

Finlands för breddgraderna milda vinterklimat gynnar förekomsten av halt väglag eftersom temperaturen ofta ligger omkring noll grader. Det bildas mycket hala ytor, bl.a. då ytorna upprepade gånger fryser och smälter och det därpå snöar eller regnar. Trottoarernas väglagsförhållanden varierar mycket under de finska vintrarna såväl från dag till dag som regionalt, exempelvis som det på våren varierar mellan innerstad och förort. Eftersom närheten till hav och sjöar främjar hala väglagsförhållanden tenderar särskilt trottoarerna i kuststäder att vara mycket hala under vintern. Halkolyckorna som inträffar som en följd av de dåliga väglagsförhållandena är en stor börda för samhället. Den årliga ekonomiska förlusten i Finland är beräknad till 2,4 miljarder euro, inklusive hälsovård, försummade arbetsdagar och förlorad välfärd. Särskilt för äldre personer samt personer med begränsad rörlighet kan halkolyckor ha en allvarlig inverkan eftersom de orsakar benbrott och andra skador. Personer i alla åldrar halkar men skadorna är i de flesta fall allvarligare för äldre personer. Kvinnor halkar betydligt oftare än män vilket delvis kan bero på att kvinnor i det stora hela oftare använder sig av kollektivtrafik och rör sig till fots (Turvallinen kaupunki, 2013). 56 % av alla halkolyckor som inträffar under arbetsvägen inträffar för personer i åldern 40 till 59 år och cirka 55 % av halkolyckorna orsakar en sjukledighet på längre än tre dygn.

För att förebygga halkolyckor bör samhället bl.a. investera i underhålningen av trottoarerna. När det gäller att förbättra friktionen på trottoarerna är sandning och plogning vid rätt tidpunkt en effektivare underhållningsmetod än tillämpandet av en överdriven mängd sand. Stadiga skor och bruk av halkskydd som fästs i skorna förebygger även halkolyckor (jfr Vartiainen et al., 2009). På den senaste tiden har det blivit vanligare för personer i alla åldersgrupper att använda halkskydd. Med långsikt är det även viktigt att upprätthålla grundkonditionen och balanssinnet för att förebygga halkolyckor. FMI ger ut vädermeddelanden för fotgängare ifall trottoarerna är eller inom en snar framtid förutses bli mycket hala för att minska på antalet halkolyckor.

I denna studie är dagar som utgående från ambulanstransporternas statistik och TVL:s statistik varit hala, jämförda med rådande väderförhållanden och med vädermodellen för fotgängare. En verifiering av vädermeddelanden är även utförd. Det är mycket svårt att göra

goda väderprognoser för fotgängarvädret på grund av de regionala variationerna samt på grund av bristfälliga friktionsobservationer. Det finns endast två av Vaisalas friktionsmätinstrument (DSC111) utplacerade i Finland som observerar friktionen på trottoarer och båda två är placerade i Helsingfors. DSC111 är dessutom utvecklad för att observera friktionen på bilvägar och tillämpar sig därför inte alltid till mätning av friktionen på trottoarerna. Verifieringen av fotgängarnas vädermeddelanden har ytterligare försvårats av ambulanstransport och TVL-statistikens nackdelar. Även väderparametrar, radarobservationer och de assisterande meteorologernas observationer är tillämpade för att studera de dagar som det inträffat flest halkolyckor. Det finns en del skillnader mellan de dagar som utgående från de olika informationskällorna klassificerats som hala. Skillnaderna kan delvis bero på att de olika informationskällorna inte beaktar exakt samma område. TVL:s statistik beaktar endast halkolyckor som inträffar för personer som arbetar och ambulanstransporterna skiljer inte på om olyckan inträffat inomhus eller utomhus. Enligt båda informationskällorna inträffar det en klart större andel halkolyckor då medeltemperaturen är under -2°C , då det oftast är halt som en följd av tillpackad snö, eller då medeltemperaturen är mellan -2°C och $+2^{\circ}\text{C}$, oftast halt på grund av en isig yta varpå det snöar eller regnar än vad som inträffar då medeltemperaturen är över $+2^{\circ}\text{C}$. En del av halkolyckorna inträffade även då medeltemperaturen var över $+2^{\circ}\text{C}$, men andelen var klart större utgående från ambulanstransporternas statistik. Ungefär vid 45 % av TVL:s hala dagar passerar temperaturen nollstrecket (jämfört med 35 % för ambulanstransporterna). I de flesta fallen förekom det någon form av nederbörd och då oftast i form av snö (40 % för ambulanstransporter och 60 % för TVL). Vanligtvis var nederbördsmängden lätt ($P = 0\text{--}3$ mm) men även under flera dagar var nederbördsmängden riklig ($P > 5$ mm).

Dagar då FMI hade varnat för halt väglag stämde bättre överens med de dagar som på basis av TVL:s databas klassificerades som hala än för ambulanstransporternas. Detta antyder att TVL:s statistik verkar mera passande i denna studie eftersom den beaktar hela Nyland och man kan vara säker på att fallolyckan har inträffat utomhus. Nackdelen med statistiken från TVL är att den inte finns till förfogande i realtid och att hela befolkningen inte beaktats. Många av de dagar som undersöktes var dock hala på basis av båda informationskällorna. En större del av FMI:s vädermeddelanden hade getts ut under dagar som utgående från varken TVL eller ambulanstransporterna kunde klassificeras som hala. Delvis kan den dåliga träffsäkerheten bero på att människor tar mera hänsyn till väglaget då de rör sig till fots om

en varning för fotgängare är i kraft, exempelvis kan det hända att personer med begränsad mobilitet stannar hemma eller i alla fall undviker utomhusvistele då vädervarningen är i kraft.

Eftersom vädermodellen endast beaktades under en del av dagarna (endast för fallstudierna) går det inte att säga vilka alla situationer vädermodellen kan göra en korrekt prognos. Vädermodellens prognos var riktgivande men hade ofta svårigheter med att ge en för tidpunkten korrekt väglagsprognos. I vissa situationer underskattade vädermodellen svårigheten av väglaget. Ibland tolkade vädermodellen väglaget endast som halt och inte som mycket halt fastän det enligt observationer regnat på en isig yta. Vissa av dagarna tolkade vädermodellen väglaget som halt eller mycket halt endast under några timmar fastän det var halt under en längre tid. De jourhavande meteorologerna kan således inte förlita sig enbart på vädermodellens prognos utan är även beroende av erfarenhet och sakkunnighet. Vissa av dagarna med mycket halkolyckor tolkade vädermodellen väglaget som mycket halt men ändå gavs inget vädermeddelande för fotgängare. Fastän det i samband med kraftiga snöstormar inträffar mycket halkolyckor varnas det sällan för mycket dåligt väglag för fotgängare i dessa situationer. Detta kan delvis bero på att jourhavande meteorologer inte anser det nödvändigt att varna för halt väglag eftersom det redan varnats för storm och dåligt väglag för bilister. Förutom att det är svårt att utge vädervarningar vid rätt tillfälle är det även svårt att utveckla vädermodellen eftersom friktionsobservationerna är bristfälliga och DSC111-mätinstrumentet inte alltid tolkar friktionen korrekt. DSC111 tolkar oftast friktionen korrekt då friktionen snabbt sjunker i samband med ett snöfall. Enligt DSC111 förblir friktionen ofta låg då trottoarerna en längre tid täcks av snö eller is fastän friktionen i verkligheten oftast är relativt bra i dessa situationer. En enbart snöig yta och en yta täckt av gammal is är inte lika hala som en isig yta täckt av ett tunt lager av snö eller vatten. En yta täckt med tillpackad snö kan även vara mycket hal. Väglaget på trottoarerna återgår ofta till det normala snabbare än vad DSC111 tolkar.

Genom ytterligare forskning och utveckling av vädermodellen går det troligtvis att öka på träffsäkerheten hos halkprognoserna, och därmed troligtvis att minska på antalet halkolyckor. Vädermodellen borde bland annat beakta de underhållningsåtgärder som är utförda på trottoarerna. Även bättre och flera observationer av väglaget behövs så att vädermodellens utgångsläge vore mera korrekt.

Referenser

Aschan, C., Hirvonen, M., Rajamäki, E. och Mannelin, T., 2004: *Assessing slip resistance of wintery walkways with a novel portable slipmeter (online)*. Walk21-V Cities for people, The Fifth International Conference on Walking in the 21st Century, June 9-11 2004, Köpenhamn, Danmark. Tillgänglig från: <http://www.walk21.com/papers/Copenhagen%2004%20Aschan%20Slip%20resistance.pdf>

Aschan, C., Hirvonen, M., Rajamäki, E. Mannelinen, T. Ruotsalainen, J. och Ruuhela, R., 2009: *Performance of slippery and slipresistant footwear in different wintery weather conditions measured in situ*. Safety Science 47 (2009) 1195-1200.

Berntman, M., Frank, M. och Modén, B., 2012: *Fotgängarnas singelolyckor i Skåne*. STRADA information 2011, Sverige.

Björnstig, U., Björnstig, J., Dahlgren, A., 1997: *Slipping on ice and snow-elderly women and young men are typical victims*. Accid. Anal. And Prev. Vol 29, No. 2, pp. 211-215

CIHI, 2011: *Table 3: Number of hospitalizations Due to Falls on Ice, by Age and Gender, 2006-2007 to 2010-2011(online)*. http://www.cihi.ca/CIHI-ext-portal/internet/en/document/types+of+care/specialized+services/trauma+and+injuries/release_17jan12_tab3[hämtad 14.1.2013].

CIHI, 17.1.2012: *More than 5,600 Canadians seriously injured every year from winter activities (online)*. http://www.cihi.ca/CIHI-ext-portal/internet/EN/document/types+of+care/specialized+services/trauma+and+injuries/release_17jan12 [hämtad 14.1.2013].

Durá, J.V., Alcántara, E., Zamora, T., Balagier, E., Rosa, D., 2005. *Identification of floor friction safety level for public bildings considering mobility disable people needs*. Safety Science (accepted for publications).

Eerola, K., 2009: *A case study: The role of horizontal area and lateral boundaries in the snowstorm 23 Nov 2009*. Meteorologiska institutet, 14.7.2009. HIRLAM Newsletter no 55 part B, January 2010.

Elers, K., 2010: *Kevyen liikenteen väylien liukkaudentorjunnan riittävyyden arvioinnin kehittäminen*. Diplomarbete, Aalto-Universitet, Teknisk högskola, Samhälls- och miljöteknik, Yhd-10.

Eskelinen, M., 1999: *Pääkaupunkiseudun pahimpien liukastumispäivien sää talvikausilla 1996-1997 ja 1998-1999*. Avhandling, Helsingfors Universitet, Institutionen för meteorologi, Helsingfors.

Flinkkilä, T., Sirniö, K., Hippi, M., Hartonen, S., Ruuhela, R., Ohtonen, P., Hyvönen, P. och Leppilahti, J., 2010: *Epidemiology and seasonal variations of distal radius fractures in Oulu, Finland*. International Osteoporosis Foundation and National Osteoporosis Foundation 2010, DOI 10.1007/s00198-010-1463-3.

Fougstedt, B., 1992: *En studie över temperaturen i jordmånen*. Pro gradu, Helsingfors Universitet, Helsingfors.

Gröngvist, R., 1995: *A dynamic method for assessing pedestrian slip resistance*. Ph.D, Thesis, People and work Research reports 2, Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health. s. 83.

Hartonen, S. och Hippi, M., 2011: *Jalankulkusään kehittämisprojekti*. Powerpoint-presentation, 15.6.2011.

Hautala, R. och Leviäkangas, P., 2007: *Ilmatieteen laitoksen palveluiden vaikuttavuus Hyötyjen arviointi ja arvottaminen eri hyödyntäjätoimialoilla*. VTT publications 665, Esbo.

Hellinen, T., 2007: *Liukkaudentorjunta ja sen ennustaminen Ilmatieteen laitoksen tiesäämallin avulla*. Pro-gradu avhandling, Helsingfors Universitet, Institutionen för fysik, Helsingfors.

Hippi, M., 2004: *Teiden talvihoito ja Ilmatieteen laitoksen tiesäämallin jatkokehittely*. Pro-gradu avhandling, Helsingfors Universitet, Institutionen för fysik, Helsingfors.

Hippi, M., 2012: *Monitoring slipperiness on walkways*. SIRWEC, ID: 064, Helsingfors.

Hippi, M. och Hartonen, S., 2012: *Statistical data of slipping injuries in the winter time*. SIRWEC, ID: 061, Helsingfors.

Hirvonen, M., 2013: *Kokemusta talviliukastumisista tutkimuksen valossa*. Powerpoint-presentation 10.1.2013. Arbetshälsoinstitutet. Pysy pystyssä talvijalankulun turvallisuusseminaari 10.1.2013, Tammerfors.

Husu, P., Paronen, O., Suni, J., Vasankari, T., 2011: *Suomalaisten fyysinen aktiivisuus ja kunto 2010 - Terveysttä edistävän liikunnan nykytila ja muutokset*. Undervisnings- och kulturministeriet. Kultur-, idrotts- och ungdomspolitiska avdelningen. ISBN 978-952-263-034-6 (PDF). ISS 1799-0351 (PDF).

Kangas, M., Heikinheimo, M. och Venäläinen, A. 2001: *Tiesäämalli – tienpinnan lämpötilan, kelin ja liikenneolosuhteiden ennustamiseen*. Kunnosta on kysymys – seminaari teiden ja katujen ylläpidosta, Tammerfors, 30-31.5.2001.

Kangas, M., Hippi, M., Ruotsalainen, J., Näsman, S., Ruuhela, R., Venäläinen, A. och Heikinheimo, M., 2006: *The FMI Road Weather Model*. HIRLAM All Staff Meetingm Sofia, Bulgaria, 15-18 maj 2006. HIRLAM Newsletter no. 51, oktober 2006. Tillgänglig från: http://hirlam.org/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=476&Itemid=70.

Mansfield, M och O'Sullivan, C, 2011: *Understanding physics*. Second edition, ISBN-10: 0470746378, ISBN-13: 978-0470746370.

Meteorologiska institutet, 2013: *Halka och fotgångarvädret, Bild (online)*. <http://sv.ilmatieteenlaitos.fi/halka-och-fotgangarvadret> [hämtad 10.1.2013], Meteorologiska institut.

Meteorologiska institutet, 2013: *Jalankulkijoille liukkaat kelit jatkuvat vielä (online)*. Tiedotearkisto: 2013, 26.3.2013. <http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/635559> [hämtad 28.5.2013]

Nevalainen, K., 2012: *A case study of a snowstorm with multiple snowbands in southern Finland on 23th November 2008*. Pro-gradu avhandling, Meteorologi, Helsingfors Universitet, Institutionen för fysik, Helsingfors.

Penttinen, M., Nygård, M., Harjula, V. och Eskelinen, M., 1999: *Jalankulkijoiden liukastumiset, vaikeimmat kelit ja niiden ennustaminen sekä tiedottamiskokeilu*

pääkaupunkiseudulla. Statens tekniska forskningscentral (VTT), Meddelanden 1998, ISBN 951-38-5609-7(nid.).

Pöysti, L., 2008: *Miten pysyisimme pystyssä? Kyselytuloksia 2008*. Trafikskyddet, Miten pysyisimme pystyssä? – Kampanj.

Ruotsalainen, J., Ruuhela, R. och Kangas, M., 2004: *Preventing pedestrian slipping accidents with help of a weather and pavement condition model (online)*. <http://www.walk21.com/papers/Copenhagen%2004%20Ruotsalainen%20Preventing%20pedestrian%20slipping%20ac.pdf> [hämtad 3.1.2013], Artikeln är presenterad på *Walk21-v Cities for people*, 2004, Köpenhamn, Danmark.

Ruuhela, R., Ruotsalainen, J., Kangas, M., Aschan, C., Rajamäki, E., Hirvonen, M. och Mannelinen, T., 2005: *Kelimallin kehittäminen talvijalankulun turvallisuuden parantamiseksi*. Meteorologiska institutet, Rapport 2005: 1, ISSN 0782-6079, Helsingfors.

Shintani, Y., Hara, F. och Akiyama, T.: *Promoting the pedestrian safety in cold, snowy regions: A case study of winter walking environment in Sapporo, Hokkaido (online)*. <http://www.walk21.com/papers/Shintani.pdf> [hämtad 3.1.2013].

SIRWEC, 2013: *What is SIRWEC? (online)*. <http://www.sirwec.org/about.htm> [hämtad 11.1.2013].

Smits, J., 2012. Personlig kommunikation, 25.8.2012.

Sørli, A., 2013. Personlig kommunikation, 8.1.2013.

Statistikcentralen, 2012: *Väestöennuste 2012-2060*. Finlands officiella statistik.

SureFoot, 2013: *SureFoot Winter walking Conditions Bulletin (online)*. SureFoot:s hemsida <http://www.surefoot.org/rating/> [hämtad 14.1.2013].

Sylvester, G., 2013: Personlig kommunikation, 28.1.2013.

Thomsen, M., 2012. Personlig kommunikation, 23.8.2012.

Trafikkontoret, 2012: *Funktions- och arbetsbeskrivning, Barmarksrenhållning och vinterväghållning av gatumark inom stadsdelsområdet Norrmalm*. Handling 6.2, 22.10.2012. Trafikkontoret, Stockholms stad, Sverige.

Trafikverket, 1999: *Kevyen liikenteen väylien hoito; Menetelmätieto*, TIEL 2230054. Trafikverket, 585/98/20/KH/3, Helsingfors.

Trafikverket, 2009: *Teiden talvihoito* (online). Laatuvaatimukset, moniste 19.1.2009, Helsingfors. Tillgänglig från: http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/talvihoidon_laatuvaatimukset_2009.pdf

Vaisala, 2010: *Remote Road Surface State Sensor DSC111*. Technical report. Vaisala Ltd. Tillgänglig från <http://www.vaisala.com/Vaisala&20Documents/Brochures%20and%20Datashets/DSC111-Datasheet-B210470EN-B-LoRes.pdf>

Vartiainen, M., Leskinen, T., Grönqvist, R., Forsman, P., Plaketti, P., Nieminen, K., Toppila, E., Takala, E., 2009: *Liukuesteiden ja nastakenkien tehokkuus kaatumisten ehkäisyssä: laboratoriotutkimus jäällä*. Slutrapport. Institutet för arbetshygien. ISBN 978-951-802-892-8. Helsingfors.

Vuorinen, T., Helenius, M., Heikkilä, J. och Olkkonen, S., 2000: *Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden kaatumistapaturmat, Espoo, Helsinki, Jyväskylä ja Oulu* (online). Tillgänglig från: <http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3200634.pdf>

Turvallinen kaupunki, 2013: *Erilaisia tienkäyttäjiä* (online). Tillgänglig från: <http://www.turvallinenkaupunki.fi/turvallisuusteemat/liikenneturvallinen-elinymparisto/taustatietoa/erilaisia-tienkayttajia#alas1>

Wennberg, H., 2011: *Trygga och säkra gångmiljöer för äldre fotgängare – Jämförelse av upplevelser och objektiv säkerhetssituation*. Trivector, Traffic AB, Rapport 2011:27, Sverige.

Öberg, G. och Arvidsson, A. K., 2012: *Skadade fotgängare–kostnad för fotgängarskador jämfört med vinterväghållningskostnader*. VTI rapport 735, rediverad utgåva, Linköping, Sverige.