

# Vägsaltets spridningsvägar och dess påverkan på landskapets vegetation

The spreading of deicing salts and its effects on surrounding vegetation

*Rebecka Lundh*



## **Vägsaltets spridningsvägar och dess påverkan på landskapets vegetation**

The spreading of deicing salts and its effects on surrounding vegetation

*Rebecka Lundh*

**Handledare:** Ann-Mari Fransson, Universitetslektor, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Btr handledare:** Anna Levinsson, Doktorand, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Examinator:** Eva-Lou Gustafsson Universitetsadjunkt Master of science, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap

**Kurskod:** EX0495

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör:design - kandidatprogram

**Examen:** Trädgårdssingenjör, kandidatexamen i trädgårdsvetenskap

**Ämne:** Trädgårdsvetenskap

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsmånad och -år:** Juni 2015

**Omslagsbild:** Claes Stridsberg

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Vägsalt, spridningsvägar, vegetation, miljö, saltstress, salttolerans

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

## **Sammanfattning**

Hundratusentals ton vägsalt, natriumklorid, sprids ut på våra vägar vintertid för att skapa säkra trafikförhållanden. Men vintervägunderhållning och vägsaltsanvändning kan bidra till förstöring av de naturliga och interna processerna i angränsande mark och vegetation. Vägsalt sprids från vägen på olika sätt, till exempel genom att plogas bort, att det skvätter från fordon, genom avrinning, eller till och med via vinden. Salt sprider sig lösligt i grundvatten eller ytvatten som natrium- och kloridjoner och rör sig vidare i marken eller ackumuleras inom den. Klimat, väderförhållande, landskapets utformning och användning, trafikmängd och vägunderhåll är faktorer som påverkar både saltåtgången och spridningsvägarna. Detta arbete syftar till att förklara vägsaltets negativa påverkan på vegetation och hur det kan komma att förändra landskapets användning och utformning samt förklara begrepp som saltstress och salttolerans. Salt i jord stressar växter på två olika sätt; genom osmotisk stress eller jonstress. Det orsakar reducerad vattentillgång, näringsbrist och bidrar till toxicitet i jord och växt vilket hämmar tillväxten bidrar bland annat till utveckling av kloros och nekros. För att minimera de negativa miljöeffekterna pågår arbete kring effektivisering av vägsaltsanvändning och forskning kring alternativa halkbekämpningsmedel. Målet med vintervägunderhållning är att ha ett tryggt vägnät som ger minimal negativ miljöpåverkan.

## Summary

During winter season, every year, hundred thousand tons of de-icing salt, sodium chloride, is spread onto our roads for the purpose of safe road conditions. But the winter road maintenance and the use of anti-icing salt has some unfortunate consequences, destroying the natural and internal mechanisms of terrestrial vegetation, making the landowners to change the use of the landscape. The de-icing salt is spreading through different pathways and transport mechanisms from the road. Ploughing, run-off water, splash and even by wind to name a few. The salt is moving with groundwater transport and is either accumulated within the different compartments or keeps on moving through the ground. Climate, weather, the use and shape of the landscape, the amount of traffic and road maintenance determines the use and consumption of salt as well as its pathways from the road. The purpose of this thesis is to explain the negative impact of de-icing salt on terrestrial vegetation and clarify the concepts of salt stress and salt tolerance. There are two ways in which salt stresses plants – osmosis stress or ion stress. This causes reduced water potential, ionic imbalance, toxicity within the plant which inhibits the growth and induce development of chlorosis and necrosis. The goal of winter road maintenance is to have a working road network but at the same time minimize the damage and the negative impacts of road salt to the environment and terrestrial vegetation and it's an ongoing process to find new ways to optimize the salt use and distribution as well as research for finding new and improved de-icing action.

## **Innehållsförteckning**

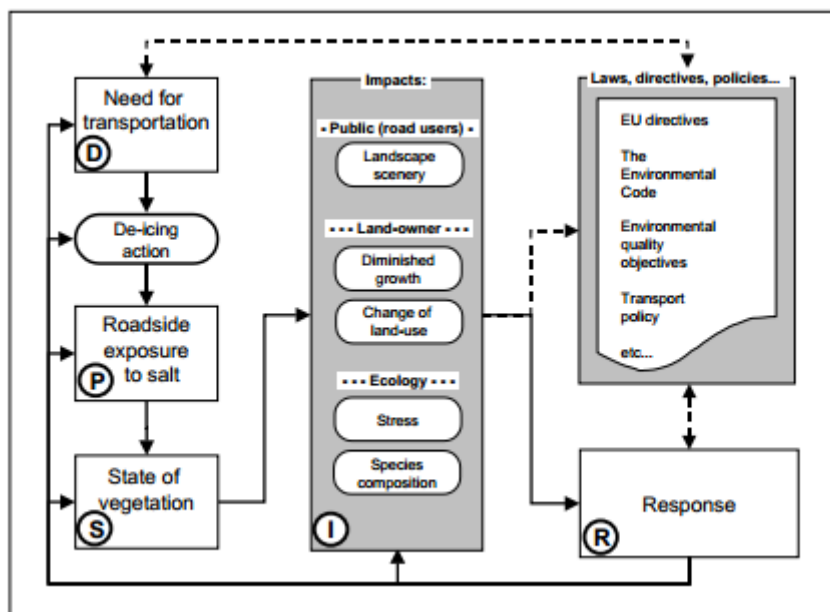
<b>Inledning</b> .....	7
Syfte.....	8
<b>Frågeställningar</b> .....	8
<b>Metod och Material</b> .....	9
Avgränsning.....	9
<b>Om vägsalt</b> .....	9
Olika sätt att salta på och åtgång.....	10
<b>Vägsaltets spridning</b> .....	13
<b>Påverkan och tecken på saltskadad vegetation</b> .....	15
<b>Saltstress</b> .....	18
<b>Salttolerans</b> .....	19
<b>Sand istället för salt?</b> .....	20
Kort om andra kemiska halkbekämpningsmedel.....	20
<b>Om vinterväghållning och vägsalt i Malmö</b> .....	21
Jordprov från Hyllie.....	21
<b>Diskussion</b> .....	23
Hur mycket vägsalt används och hur sprids detta från vägen till omkringliggande miljö?.....	23
Hur påverkas vegetation och mark av vägsalt?.....	24
Vad innebär saltstress och salttolerans?.....	25
Vad finns det för alternativ till salt vid vinterväghållning?.....	25
Hur arbetar Malmö kommun med vinterväghållning och vägsaltets påverkan på vegetationen?.....	26
<b>Slutsats</b> .....	27
Att arbeta vidare med.....	27
<b>Referenslista</b> .....	28



## Inledning

Halkbekämpning vintertid kan utföras med mekaniska eller kemiska åtgärder (Svenska Kommunförbundet, 1995). Mekanisk bekämpning innebär isrivning, plogning och distribution av krossmaterial medan kemisk bekämpning innebär spridning av salt. Vinterväghållning kan ses som ett stort komplext system som innefattar många olika komponenter och dess inbördes förhållande (Blomqvist, 2001). Bakgrunden är vårt behov av transport, som vintertider kan leda till saltning av vägbanor. Tyvärr stannar inte allt salt på vägen där det tjänar sitt syfte utan via olika mekanismer spris det till vägkanten och dess omkringliggande miljöer och kommer att ha påverkan på landskapets natur och ekologi. Vinterväghållning styrs och regleras av lagar och policy gällande transport och trafiksäkerhet parallellt med lagar gällande miljön och miljömål. Det är när saltet lämnar vägen och kommer i kontakt med mark och vegetation vars naturliga processer kan rubbas som miljöproblem kan uppstå. Med andra ord när teknosfären inverkar på biosfären (Blomqvist 2001). Sveriges riksdag tog 1998 fram en transportpolicy vars övergripande mål är att transportsystemet skall vara socialt, miljömässigt, ekonomiskt och kulturellt hållbart. Frågan är om målen angående säkerhet, tillgänglighet och god transportkvalitet kan uppnås samtidigt som målen om god miljö.

Blomqvist (2001) har skapat en schematisk bild vad gäller förhållande mellan vägsalt och vegetation grundad på DPSIR-modellen som används vid arbete av miljöfrågor (figur 1). DPSIR står för: D = Driving forces, P=Pressure, S=State, I=Impact och R=responses.



**Figur 1:** Sambandet och påverkan mellan vägsalt och vegetation utifrån DPSIR-modellen (Blomqvist, 2001)

Effekterna av vägsaltsanvändning, positiva som negativa, har studerats till och från sedan man först började använda salt vid vinterväghållning i Amerika på 1930-talet (Blomqvist 2001). Studierna handlar om olika typer av påverkan på till exempel mark, vegetation, grundvatten och vattendrag till följd av förhöjda salthalter. Miljöeffekter från saltanvändandet uppkommer även i form av korrosion på fordon, stolpar, broar etc.(Svenska Kommunförbundet, 1995) men detta arbete fokuserar på saltanvändningens konsekvenserna för mark och vegetation.

## **Syfte**

Detta examensarbete syftar till att på ett övergripande men vetenskapligt sätt redogöra för vägsaltets användning, alltså hur mycket som saltas och att ge en inblick i saltets spridning från applicerad plats till omgivningen. Det syftar också till att förklara saltets inverkan på angränsande mark och vegetation samt hur detta kan komma att påverka vår miljö i framtiden allt eftersom städer förtätas, med andra ord hur saltet kan bidra till förändring av landskapets användning. Det syftar även till att förklara begrepp som salttolerans och saltstress hos växter och att redogöra för hur Malmö kommun arbetar med vinterväghållning och saltets påverkan på vegetationen.

Det är allmänt vedertaget att vägsaltet har en negativ påverkan på vår miljö och syftet är även att jag personligen och som trädgårdsingenjörstudent skulle få mer kunskap inom detta område. Uppsatsen riktar sig till andra studenter som finner detta ämne intressant och självklart till vem som helt och hållet är intresserad.

## **Frågeställningar**

1. Hur mycket vägsalt används och hur sprids detta från vägen till omkringliggande miljö?
2. Hur påverkas vegetation och mark av vägsalt?
3. Vad innebär saltstress och salttolerans?
4. Vad finns det för alternativ till salt vid vinterväghållning?
5. Hur arbetar Malmö kommun med vinterväghållning och vägsaltets påverkan på vegetationen?



## Material och Metod

Det här arbetet är baserat på litteraturstudier. Det finns en mycket litteratur och forskning på området om saltets påverkan på växter. Jag sökte artiklar via *Web Of Science* och *Google Scholar* och använde bland annat sökord som ”salt tolerance”, ”urban plants, salt”, ”soil and salt” ”urban environment, salt”. Jag har senare försökt att hitta statistik på mängden salt som används i våra miljöer, i Sverige men främst Malmö via *Trafikverket* och *Den svenska miljömålsportalen*, samt tagit kontakt med Malmö kommun och fått rapporter om jordprover angående saltning och även tagit del av informationen på deras hemsida angående vinterväghållning. Jag har även kommit i kontakt med Göran Blomqvist, forskare/programansvarig transportforum på VTI: statens väg- och transportforskningsinstitut. Alla tabeller och figurer är återpublicerade med tillåtelse från respektive upphovsman.

## Avgränsning

I arbetet beskrivs hur växter reagerar när de kommer i kontakt med salt, vad saltstress och salttolerans innebär men inte vilka arter som är mer eller mindre tåliga. En kort beskrivning kring alternativa halkbekämpningsmedel görs utan någon fördjupning kring detta. Eftersom saltet natriumklorid är den vanligaste förekommande kemiska halkbekämpningsmedlet i Sverige ligger fokus på detta. Statistik kring mängden vägsalt som används är avgränsat till Sverige och Malmö och hur vi inom Sverige arbetar för att minimera skadorna. Exakt hur maskinerna för distribution av salt fungerar förklaras kort utan fördjupning.

## Om vägsalt

I Sverige började man salta vägarna under 1970-talet (Roads, 2010). Minst 97 % av vägsaltet består av natriumklorid, NaCl (Trafikverket, 2014). De resterande tre procenten består av gips ( $\text{CaSO}_4$ ), fukt och mindre än en hundra del procent av natriumferrocyanid ( $\text{Na}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \times 3\text{H}_2\text{O}$ ), mer känt som E535 som även finns i vanligt bordssalt och fungerar klumpförebyggande.

Snö och is smälter vid normala förhållanden vid  $0^\circ\text{C}$  men gator kan bli is- och snöfria ner till  $-18^\circ\text{C}$  (Trafikverket, 2014). Salt smälter nämligen is och snö ner till en temperatur på  $-18^\circ\text{C}$ . Dock är Trafikverkets rekommendationer att inte salta under  $-6^\circ\text{C}$  eftersom det skulle kräva onödigt stora mängder salt. Saltets effekt börjar avta vid lägre temperaturer, därav gränsen på  $-6^\circ\text{C}$  (Ihs och Möller 2000). En saltlösnings lägsta temperatur där den fortfarande

är flytande kallas för eutektiska temperaturen. Vid en koncentration på 23,3 % är den eutektiska temperaturen för natriumklorid  $-21^{\circ}\text{C}$ . Lösningen är mättad och tillsätts mer salt förblir det olöst och fryspunkten skulle bli högre, likaså om koncentrationen blir lägre genom att mer vätska går in i lösningen blir fryspunkten högre. För att smälta is och snö skulle man teoretiskt kunna använda NaCl ner till  $-21^{\circ}\text{C}$  (Ihs och Möller 2000). (Jämfört med att Trafikverket säger  $-18^{\circ}\text{C}$ ).

Vid smältning krävs att termisk energi, så kallad smältvärme, som tas från omgivningen, till exempel från luften, finns tillgänglig och att saltet löser sig (Ihs och Möller 2000). Det är därför orimligt att använda salt ner till så pass låga temperaturer som  $-21^{\circ}\text{C}$  eftersom smältprocessen skulle ta för lång tid (på grund av brist på termisk energi). Om man trots allt skulle salta vid så pass låga temperaturen kommer saltet att bli utspätt allteftersom is och snö smälter vilket skulle innebära en ökad smälttemperatur och på så sätt kan återfrysning inträffa. Sammanfattningsvis är saltet helt enkelt inte ett effektivt halkbekämpningsmedel vid så pass låga temperaturer.

Många är negativt inställda till vägsalt men halkbekämpning med hjälp av salt är en ofrånkomlig nödvändighet för att uppnå de mål gällande ett trafiksäkert och effektivt vägnät som är uppsatta av riksdag. Antalet olyckor skulle öka om man slutar halkbekämpa med salt. Det framgår i projektet MINSALT som genomförts gemensamt av Väg- och transportforskningsinstitutets (VTI) och Trafikverket (Trafikverket, 2014). Målet enligt MINSALT är att minimera saltanvändningen utan att god framkomlighet och trafiksäkerhet försämras.

### **Olika sätt att salta och saltåtgång**

Trafikverket arbetar fram åtgärder för att minska saltanvändningen så mycket som möjlig. Ett av de mest effektiva sätten att salta är i förebyggande syfte, vilket görs med saltlösning eller befuktat salt, i genomsnitt 5 g salt per kvadratmeter (Trafikverket 2014). Svenska kommunförbundet (1995) redogör för olika sätt att salta: *Förebyggande saltning* med *befuktat salt* eller *saltlösning* görs alltså i förebyggande syfte, innan halka uppstått. *Torr salt* sprids i givor av 10 g per kvadratmeter och används endast vid nederbörd och inte vid torra väglag och inte i förbyggande syfte eftersom trafiken skulle bidra till att sprida saltet från vägbanan. Förebyggande saltning med befuktat salt kan minska saltmängden med upp till 50 % i jämförelse med om man skulle använt torrt salt. Vid saltning i förebyggande syfte används en mättad saltlösning som fördelas med 20 g saltlösning per kvadratmeter. I ren saltmängd motsvarar det 4-5 g per kvadratmeter. I *saltblandad sand* innehåller sanden 2-5 % salt vilket

motsvarar 7-8 g salt per kvadratmeter, en saltmängd nästan lika stor som vid spridning av torrt salt. Att anpassa halkbekämpningsmetoder och saltanvändningen efter olika miljötyper är också ett sätt att minska saltmängderna. Att *punktsalta* innebär att endast ett par delar av vägnätet saltas som till exempel vid övergångsställen. Att man låter bli att använda salt i känsliga områden, till exempel nära saltkänslig vegetation och under känsliga perioder så som vid inledningen av vegetationsperioden, vid lövsprickning, är också ett sätt att hålla igen på saltgivorna.

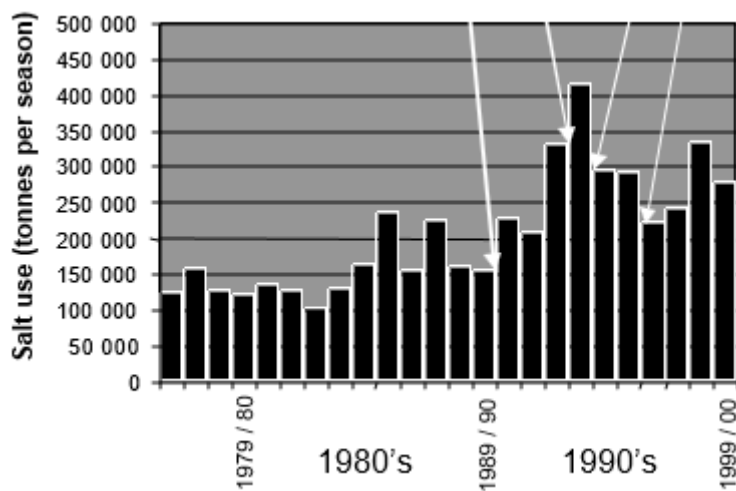
Med hjälp av ny teknik går det lättare att optimera och effektivisera saltgivorna, vilket minskar samhällskostnaderna (VTI, 2011). Högteknologiska verktyg som kan mäta temperatur och salthalt på vägarna underlättar optimeringen (Roads, 2010).

Vinterväghållningsmaskiner är utrustade med sensorer som kan mäta de metrologiska förhållandena som luftfuktighet och vägens temperatur medan andra sensorer mäter vägens friktionsstatus och mängden halkbekämpningsmedel som har gått åt (Ihs och Möller, 2007). Ca 2 miljarder årligen är vad vinterväghållningen kostar samhället idag (VTI, 2011).

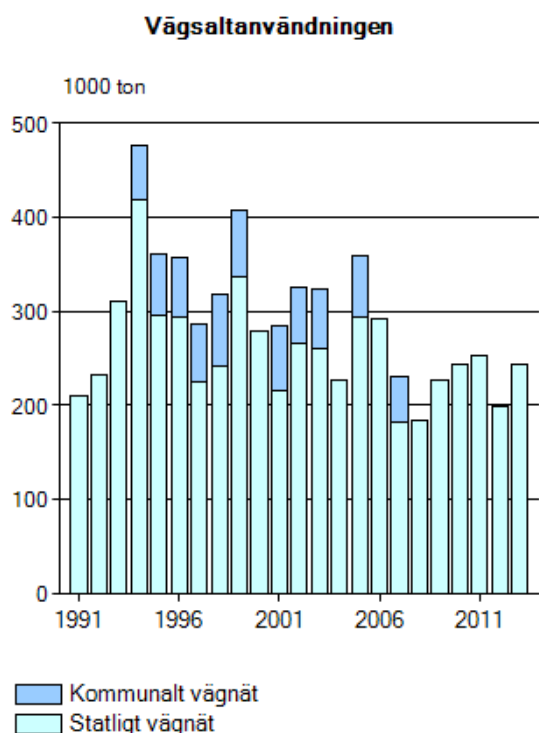
I slutet på 90-talet tog Vägverket, idag Trafikverket, fram ett så kallat saltindex (Miljömål, 2013). Detta togs fram som riktlinjer för optimering av saltgivorna och redovisas för att visa på saltanvändandets ökning eller minskning vilket sker vid förändring i verksamhet eller väderförhållanden. Saltindex beräknas genom att dividera den verkliga saltåtgången med den teoretiskt kalkylerade saltåtgången utifrån vinterns väderförhållande. Nuvarande beräkningsmetodik av saltindex används för hela landet och tillåter inte länsuppdelning. Dock kan total användning redovisas för varje län eller kommun. Mellan åren 1996/97 och 2004/05 användes mer vägsalt än teoretiskt beräknat medan efterföljande vintrar, 2005/06 till 2012/13, var åtgången mindre än beräknat, vilket påvisar en mer effektiv användning av vägsalt eller mildare väder än vad som förutspåddes, se Tabell 1.

**Tabell 1.** Saltindex beräknas genom att dividera den verkliga salttåtgången med den teoretiskt kalkylerade salttåtgången utifrån vinterns väderförhållande. Beräknade saltindex är för hela Sverige (Miljömål, 2013)

Vinter	Saltindex
1996/97	1,16
1997/98	1,25
1998/99	1,29
1999/00	1,20
2000/01	1,06
2001/02	1,09
2002/03	1,13
2003/04	1,27
2004/05	1,11
2005/06	0,98
2006/07	0,79
2007/08	0,79
2008/09	0,81
2009/10	0,81
2010/11	0,73
2011/12	0,68
2012/13	0,77



**Figur 2.** Antal ton salt använt på vägarna i Sverige per säsong. Pilarna visar förändring i vägunderhåll (Blomqvist 2001).



**Figur 3.** Visar den totala saltanvändningen på statligt och kommunalt vägnät (Miljömål, 2013).

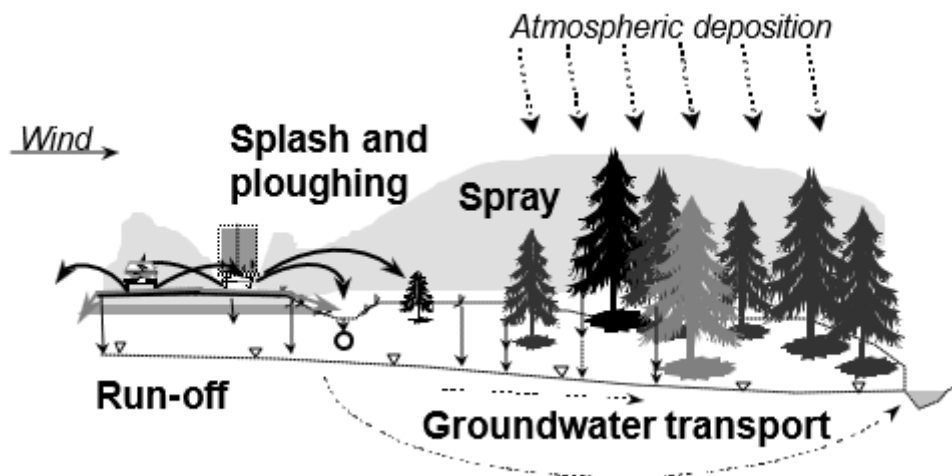
Tabell 1 och Figur 2 och 3 visar vilka mängder som går åt och sprids ut i vår miljö. Svenska Kommunförbundet (1995) menar att den huvudsakliga orsaken till de tämligen stora variationerna i saltmängd mellan åren är klimatvariationer.

### Vägsaltets spridning

Natrium- och kloridjoner är rörliga i jorden, i synnerhet klorid (Blomqvist, och Folkesson, Manuskript). Att undersöka nivåerna av ackumulerat salt och urlakning av jordar i urbana miljöer är högst väsentligt för förståelsen av hur salt faktiskt påverkar vår miljö (Cunningham et al. 2007). Det är mycket som ännu är oklart gällande hur långt saltet sprider sig till omkringliggande miljöer från de vägbanor som saltats. Spridningsvägar i form av smältvatten, dagvattenstänk, och luftburet damm samt vilket eller vilka av dessa spridnings sätt som är vanligast är ännu också oklart. Blomqvist och Folkesson (Manuskript) nämner spridningsvägar som uppstår av att det skvätter från bilarna och rinner eller plogas av från vägen till väggkanten. Små saltpartiklar i form av damm eller lösta joner i droppar kan också tvingas upp i luften och kan med vinden föras hundratals meter ifrån vägen. Att ta reda på var och hur mycket som saltas samt mätningar av saltkoncentrationen i jordar på olika avstånd från

saltade vägbanor syftar till att få en uppskattning över hur stort geografiskt område som påverkas (Cunningham et al. 2007). Det är mycket viktigt för att på sikt förstå vilken inverkan salt har på vår miljö. Förståelse för saltets spridningsvägar och påverkan får större betydelse allt eftersom städer och förorter expanderar och mängden hårdgjorda ytor som behöver halkbekämpas då ökar (Cunningham et al. 2007). Det är väl känt att i mindre urbaniserade områden är salthalten i jordarna betydligt lägre av den enkla orsaken att där finns färre vägbanor att salta (Cunningham et al. 2007).

Enlig Blomqvist (2001) kommer full förståelse för hur salt sprids från vägbanorna ut till resten av miljön antagligen aldrig att vara möjlig men genom att skapa en teoretisk modell kan man skapa sig en uppfattning. Det är en modell som är gjord på antagande om saltets spridningsvägar (Figur 4).



**Figur 4:** En schematisk bild av saltets spridningsvägar från vägen. Saltet sprids vidare från de olika delarna eller ackumuleras inom dem (Blomqvist, 2001).

Saltlösningen sipprar genom vägen eller ut till väggkanten genom de olika spridningsvägarna och når jorden runt vägen och/eller förflyttas med grundvattnet eller ytvatten och når till sist ut i haven via vattnets cykel. Ur ett långt tidsperspektiv kan det ses som en geokemisk cykel där saltet utvinns från hav eller berg som sedan placeras på gator och vägar för att slutligen återvända till havet. Salt fyller sin funktion på vägarna under vintern och i havet gör det åtminstone ingen skada utan de problem som uppstår är de skador saltet gör under transporten mellan vägen och havet. Salt kan på lång sikt ha negativa effekter på sjöar (Sveriges Riksdag, 2011). Och även grundvattnet påverkas negativt med förhöjda salthalter (Miljömål, 2010).

Blomqvist (2001) har även visat på luftspridning av salt. 20-63 % av det distribuerade saltet spreds 2-40 meter vinkelrätt från vägen varav 90 % eller mer fanns inom de 20 första metrarna från vägen. Det fanns dock lite avlagringar på längre avstånd än 40 meter. Proverna

mättes i  $\text{mg Cl m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$ . Mängden salt i nedfallet var även olika på olika sidor av vägen vilket visar på vindens betydelse vid luftburen transport av salt.

## **Påverkan och tecken på saltskadad vegetation**

Skador på eller förändringar av väggkantens vegetation och mark i landsbygdsområden orsakade av vägsalt kan leda till reducerad tillväxt, ökad stress och en förändrad artsammansättning och för markägaren kan det leda till tvång att ändra användandet av marken, en förändrad landskapsbild, (Blomqvist, 2001) (Figur 1). Hur saltet når de olika växtdelarna har diskuterats i stor utsträckning inom litteraturen men det råder inget tvivel om att växten skadas när salt kommer i kontakt med lövverket, grenarna eller rötterna (Blomqvist, 2001). När saltet når växten stannar det antingen på de yttre delarna eller transporteras till växtens inre via bladens kutikula<sup>1</sup>, stomata<sup>2</sup> eller via barken på grenar och stam. Växter som utsätts för salt kan genomgå stora påfrestningar (Parida, 2005). Påverkan från vägsalt kan orsaka saltstress som har skadliga effekter och som till och med kan vara dödliga. Salt kan förändra eller rubba de viktigaste processerna i växten så som fotosyntes, proteinsyntes, energi- och lipidmetabolism. Skadorna beror främst på näringsbrist och uttorkning på grund av hämmad närings- och vattenuptagning (Pettersson och Åkesson 2011). Ett synligt tecken hos en saltskadad växt är minskad tillväxt som beror på minskad produktivitet (Parida, 2005). Växters tillväxt är resultatet av väl integrerade och reglerade fysiologiska och biokemiska processer. En av de mest betydelsefulla fysiologiska processerna är givetvis fotosyntesen. Salt påverkar fotosyntesen genom att bland annat reducera kolassimileringen på grund av saltackumulering i unga blad och reduktion av koldioxid på grund av stängda stomata. Bladens innehåll av klorofyll, karotenoider och proteiner minskar också (Parida, 2005). Minskad bladtillväxt ger en mindre bladyta, även stam och rötter reduceras vilket framgår av färsk- och torrvekt av stam, rot och blad. Det totala intrycket av växtens växtsätt blir dvärgliknande. Effekter i form av reducerad tillväxt på grund av saltstress syns hos alla växter men tolerans för markens saltkoncentration varierar mycket mellan olika arter. Andra synliga skadetecken är förtorkade bladkanter eller torkade grenar och/eller knoppar (Pettersson och Åkesson 2011).

Jorden drabbas av rubbning av näringsämnen (katjoner), genomsläppligheten försämras

---

<sup>1</sup> Kutikula är ett vaxlager på utsidan av blad, örtartade stammar eller frukter. (Capon, 2010)

<sup>2</sup> Stomata är porer/klyvöppningar i epidermis och epidermis är det yttre cellagret på örtartade växtdelar.

eftersom  $\text{Na}^+$  får jordens kolloider<sup>3</sup> att släppa från varandra (Cunningham et al. 2007). Jordens minskade genomsläpplighet för vatten kan i sin tur orsaka stora vattenansamlingar och erosion. Beroende på jordens struktur, lerhalt och vilka typer av lermineraler som finns kan katjonerna finnas kvar olika lång tid. Lerpartiklarnas negativt laddade yta gör att katjonerna, i detta fall  $\text{Na}^+$ , ackumuleras under längre tid.

Saltjonerna  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$  blockerar upptagning av andra näringsämnen, speciellt kalium ( $\text{K}^+$ ) vilket resulterar i kaliumbrist (Parida, 2005). Förhållandet mellan  $\text{K}^+$  och  $\text{Na}^+$  fungerar på så sätt att förhöjd natriumhalt leder till reducerad kaliumhalt (Czerniawska-Kusza et al, 2004). Det har gjorts många studier som visar på obalans i näringsinnehållet, en jonisk obalans, speciellt av  $\text{Ca}^{2+}$  och  $\text{K}^+$ , i växtvävnad hos växter som lider av saltstress.

Czerniawska-Kusza et al. (2004) har gjort en undersökning på tre centrala huvudgator i Opole i södra Polen om hur salt påverkar jordar och även vilken inverkan vägsalt har på trädens hälsostatus i urban miljö. Analyser gjordes på en art, *Tilia cordata* L. Mängden salt, övervägande  $\text{NaCl}$ , som tillfördes och tekniken för snöröjning varierade mellan de olika gatorna dock var trafikintensiteten likartad. Jordanalyser visade på alkaliska<sup>4</sup> egenskaper. I Opole är jorden bildad av substrat från kalkhaltiga berg men trots det har det visat sig här att pH-värdet ökar i samband med förhöjt saltinnehåll. Undersökningen visade att ju högre innehåll av  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$  i jorden desto högre blev ackumuleringen inom växten och desto större blev skadorna i växten. Vid 26 mg  $\text{Na}^+$ /100 g torr jord och 12 mg  $\text{Cl}^-$ /100 g torr jord fick jorden toxiska effekter på protozoer<sup>5</sup>. Vid 13,2 mg  $\text{Na}^+$ /100 g torr jord och 3,9 mg  $\text{Cl}^-$ /100 g torr jord utvecklade bladen kloros<sup>6</sup> och nekros<sup>7</sup>. Utveckling av nekros och bladfällning blev mer omfattande vid 26 mg  $\text{Na}^+$ /100 g torr jord och 12 mg  $\text{Cl}^-$ /100 g torr jord. Jordproverna samlades in på hösten, september 2001, och de höga salthalterna är ett resultat från halkbekämpningen från föregående vinter. De höga salthalterna i jorden visade sig som ett förhöjt innehåll av natrium- och kloridjoner och en minskning av kalium-, magnesium- och kalciumjoner i växtvävnaden.

---

<sup>3</sup> Jordkolloider hänvisas till lermineraler eller organiskt material (humusfraktionen). Kemiskt sett är det större än en molekyl men fortfarande mikroskopiskt små. Många av jordens kolloider har en elektisk laddning (Ashman et al. 2002)

<sup>4</sup> pH höjs

<sup>5</sup> En grupp av jordorganismer och protozoer tillsammans med bakterier och svampar tillhör gruppen microbiota som är mindre än 200  $\mu\text{m}$ . (Ashman et al. 2002). Protozoer är encelliga organismer som spelar en viktig roll vid att göra näringsämnen tillgängliga för växten. (Ingham, 2015) De kontrollerar bakteriepopulationen och äter av minskar sjukdomar genom att äta patogener i jorden och är själva föda till andra jordorganismer.

<sup>6</sup> Kloros innebär att växtindividerna i fråga har gula eller gulmarmorade blad (Pettersson et al. 2001). Kloros, den onormala gulfärgningen beror på minskat klorofyllinnehåll i bladen (Capon, 2010).

<sup>7</sup> Nekros är död växtvävnad (Capon, 2010).



Czerniawska-Kusza et al. (2004) skriver att de tydligaste symptomen på saltskada hos träd nära vägbanor är reducerad biomassa, kloros och nekros samt att träden uppvisar ett märkbart allmänt dåligt skick. Det första skadetecknet hos träd som lider av saltstress är kloros på bladkanten som sedan sprider sig mot bladets mitt. Detta syns redan tidig vår. Trädens art, ålder, växtsätt och allmänna kondition måste även tas hänsyn till. Det är även svårt att utesluta andra faktorer som kan påverka trädens kondition så som avgaser och mikroklimat.

Enligt The United States Environmental Protection Agency (US EPA) är salt inte ett miljöhot och därför finns det inga restriktioner kring mängden vägsalt som får användas i USA (Cunningham et al. 2007). Saltmängderna är satta utan att titta på de faktiska miljökonsekvenser det kan ge utan är endast beräknad för att minimera risken och rädslan för att halka eller att bli stämnd om något skulle inträffa. På Vassar College, Poughkeepsie New York State har Cunningham et al. (2007) undersökt saltets påverkan på vegetation. Det salt som studerades var främst NaCl men närmst byggnader användes MgCl<sub>2</sub> eftersom NaCl orsakar korrosion/frätning på murverk och murbruk. Undersökningen visade en ackumulering av katjonerna Na<sup>+</sup> och Mg<sup>2+</sup> i jorden vid en jämförelse i katjonskoncentrationen mellan slumpmässigt tagna jordprover nära vägbanorna och jordprover från en skog nära campus, som man antog inte var förorenad. Hypoteserna var att koncentrationen av saltets katjoner skulle vara som störst närmst de saltade ytorna och att koncentrationen även skulle vara högre på ytan än på djupet. Stor ackumuleringsnivå av katjoner i närliggande områden (eller vid slutet av en sluttning) av den saltade vägen tyder på saltspridning via jord- eller ytvatten, medan en hög katjonsnivå tiotals meter från det saltade området tyder på luftburen spridning. Proverna togs även här under hösten, den tid på året när jorden anses vara som ”renast”. Ett mer varierat landskap, college campus, skiljer denna studie åt från andra som gjorts vid motorvägar eller stadsmiljö liksom studien från Polen. Den högsta koncentrationen av katjoner fanns nära asfalterade ytor och i slutet av sluttningar, nära parkeringsplatser. Den första hypotesen stämde, saltkoncentrationen var högst närmast vägen.

Natriumjonkoncentrationen hade ett medelvärde av 13 mg Na<sup>+</sup>/ 100 g jord och det högst uppmätta natrium värdet var 57 mg Na<sup>+</sup> /100 g jord. Cunningham et al. (2007) andra hypotes om att katjonsnivån var högre i ytligare än djupare jordlager stämde för Mg<sup>2+</sup> men inte för Na<sup>+</sup>. Likvärdiga natriumvärden på ytlig och djupare jordprover tyder på natriumjonens snabba urlakning ur jorden. Det får positiva effekter hos växterna som slipper toxicitet av Na<sup>+</sup>. Dock får vattensystemet ta hand om det istället. Mg<sup>2+</sup> har en större attraktion till negativt laddade jordpartiklar och urlakas därför inte lika lätt.

Cunningham et al. (2007) jämför sina provresultat med Czerniawska-Kusza, et al. (2004)

och påpekar att de inte har angivit inom vilket avstånd från vägen de tagit proverna men att de anger toxiska effekter på protozoer vid 26 mg Na<sup>+</sup>/ 100 g jord och att blad visar tecken på kloros och nekros vid 13.2 mg Na<sup>+</sup>/ 100 g jord. Med så pass höga halter som 60 mg Na<sup>+</sup>/ 100 g jord på sina ställen är det mer än tillräckligt för att vegetationen på campus ska ta skada av det. *Thuja occidentalis* nära parkeringsplatser visade tecken på skador eller döda partier. Cunningham et al (2007) argumenterar för att nätverk av hårdbelagda ytor kommer att bidra till en omfattande spridning av salt och väcker allvarliga frågor om dess inverkan. De poängterar också att alla studier av den här typen är av betydelse för att man ska kunna förutsäga hur trenden kommer att förändras i takt med en ökad vägnätstäthet.

## Saltstress

Stress hos växter innebär att de utsätts för någon typ av negativ påverkan som *kan* orsaka eller *som orsakar* störning i växt(individens) fysiologiska funktioner (Munns och Tester 2008). Salt i jord stressar växter på två olika sätt – *osmotisk stress eller jonstress*. Det orsakar reducerad vattentillgång, obalans bland joner och bidrar till toxicitet (Parida, 2005).

De flesta växter, till skillnad från många djur är inte i behov av natrium och kan inte överleva i salta jordar (Eichhorna, 2013). När jorden runt roten har högre koncentration av Na<sup>+</sup> och Cl<sup>-</sup> kommer detta att utjämnas genom att vattenmolekyler rör sig från växtens rötter via osmos. Osmos är viktigt i processen där vatten transporteras mellan jord och växt. Osmos är vattenmolekylernas strävan efter koncentrationsutjämnning av lösliga ämnen (Capon 2010). Vattnet rör sig dit jonkoncentrationen är som högst. Osmotisk stress orsakas alltså av saltjoner utanför rötterna vilket gör det svårt för växten att ta upp vatten, vilket i sin tur hämmar tillväxten (Munns och Tester 2008). Osmotisk stress orsakad av hög salthalt eller torka leder till minskad turgor (saftspänning) inom växten, vilket inhiberar tillväxten. Det är framför allt tillväxt och unga blad som drabbas vilket är en snabb reaktion på saltstress.

Om växten ändå kan ta upp vatten och exkludera natriumjonerna får jorden en ännu högre natriumhalt vilket ökar risken för vattenförlust via rötterna (Eichhorna, 2013). Koncentrationen av salt kan bli så pass hög att det bildas en saltskorpa/saltkristaller kring rötterna vilket effektivt blockerar vattenupptaget hos rötterna.

Om växten skulle ta upp natriumjoner blockeras upptaget av kalium (K<sup>+</sup>) vilket är ett viktigt näringsämne (Ashraf 2004). Upptag av både K<sup>+</sup> och Ca<sup>+</sup> reduceras i markmiljö med höga halter av Na<sup>+</sup> vilka behövs för cellmembranets helhetsfunktion.

Hög saltkoncentration inom växten kan ha toxiska effekter (jonstress) vilket accelererar åldrandet av äldre blad. Jonisk stress utvecklas över längre tid och beror på jonackumulering i

växten och oförmåga att tolerera jonackumulering (Ashraf 2004).

Saltstress behöver inte uppstå endast av osmotisk stress, joniska (salt) stress eller stress genom näringsmässig obalans utan kan vara en kombination av dessa tre faktorer och alla medför negativa effekter på växtens tillväxt och utveckling på en fysiologisk, biokemisk och molekylär nivå (Ashraf, 2004).

## **Salttolerans**

Växters anpassning till hög salthalt kan ske på tre olika sätt (Munns och Tester 2008). Tolerans för osmotisk stress, uteslutning av  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$  eller genom att växtvävnaden har förmåga/tolerans att ackumulera  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$ . Salttolerans varierar mycket mellan olika växtarter. Osmotisk anpassning/ackumulering av lösliga ämnen innebär att vattenpotentialen i växtcellen minskar utan att turgor minskar (Ashraf 2004). Ackumulering av oorganiska joner,  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$ , innebär som osmotisk anpassning att växten upprätthåller vattenbalansen. Exkludering av salt innebär att salt utesluts från meristem<sup>8</sup> speciellt från blad och stam. Dessa typer av växter utesluter både organiska och oorganiska joner. För att uppnå osmotisk balans måste koncentrationen för ackumulerade joner höjas.

Salttolerans skiljer sig mycket mellan olika arter vilket återspeglas i deras tillväxt och utveckling (Munns och Tester 2008). Beroende på växternas beteende i salta ståndorter kan de kategoriseras i halofyter (salttoleranta) och glykofyter (saltkänsliga) (Eichhorn, 2013). Halofyter har en naturlig salt ståndort så som salta kärr, salta öknar eller kustnära områden (Ashraf, 2004; Eichhorn, 2013). Genom evolutionen sker en naturlig selektion för anpassning till olika miljöer (Ashraf, 2004). Det ger en möjlighet för växter (och djur) att anpassa sig till en befintlig omgivning. Halofyter har utvecklat ett system för att handskas med den höga natriumkoncentrationen och hos vissa växter är det till och med ett viktigt näringsämne (Eichhorn, 2013). I naturligt salta ståndorter finner man ett litet antal växter (Ashraf, 2004). Trots ständigt pågående naturlig selektion har salttolerans utvecklats hos få arter. Ashraf (2004) menar att trots att det finns mängder med litteratur inom områden som vattenförhållanden, fotosyntes, ackumulering av olika oorganiska joner och metabolism relaterat till saltstress och processer för anpassning till saltstress är det mycket som fortfarande är oklart. Salttolerans är relaterat till ett stort antal gener och är en komplex interaktion mellan gener. Ashraf (2004) anser att det saknas tydliga indikatorer för vad salttolerans innebär hos växter.

---

<sup>8</sup> Meristem är de delar av växten där celledelning, det vill säga tillväxten, sker (Capon, 2010)

## **Sand istället för salt?**

Om vi sandade skulle vi bespara miljön de negativa effekterna saltet har. Dock är det så att sandning bidrar till ännu större miljöförstöring än vad saltet gör (Trafikverket.se).

Trafikverket förklarar att sanden inte ligger kvar på vägbanan utan bildar ansamlingar vid vägrenen eller åker ner i dikeskanten vilket innebär att en högrafikerad väg behöver sandas var 45:e minut. Det vill säga efter att cirka 300 bilar passerat på en väg där det kör cirka 10 000 bilar per dygn. Användningen av naturresursen sand och drivmedel skulle öka drastiskt. Tungmetallutsläpp och kostnader för fordonsägare och väghållare skulle öka på grund av blästring på fordon och vägar. Behovet av sopning och underhåll skulle öka och även koldioxidutsläppen som en följd av ökade transporter. Spridning av sand skulle även bidra till ökad dammbildning (Svenska Kommunförbundet, 1995).

## **Kort om andra kemiska halkbekämpningsmedel**

Forskningsinsatser utomlands och till viss del i Sverige kring alternativa kemiska halkbekämpningsmedel har inte lyckats att hitta något bra alternativ till natriumklorid (Ihs och Möller, 2000). De alternativa medlen är oftast dyrare, mindre effektiva och är inte användbara vid lika låga temperaturer som natriumklorid. I Projektet MINSALT testades bland annat följande alternativa kemiska halkbekämpningsmedel: Kalcium magnesium acetat (CMA), kalciumklorid, urea, natriumformiat och kaliumacetat. CMA var till exempel 15-16 gånger så dyrt jämfört med natriumklorid och hade en långsammare smälteffekt. Dock var det inte lika korrosivt mot bilplåt som NaCl.

Halkbekämpning med socker iblandat i saltet har gett någorlunda bra resultat och är framför allt mindre korrosivt men lockar dessvärre djur, som slickar i sig lösningen, till vägbanorna (Roads 2010).

I Malmö har det gjorts försök med snäckskal vilket inte visade sig vara speciellt effektivt när snäckskalen blivit så pass finfördelade att de inte längre kunde bidra med en tillräcklig friktion. (Malmö stad, 2014)

Att lägga värmeslingor i gatorna; så kallad gatuvärme är ett alternativt sätt att förebygga halka vilket kan vara ett bra på platser där snöröjningsfordon har svårt att ta sig fram (Svenska kommunförbundet, 1995). Energiförbrukning samt kostnad är något att ha i åtanke vid användning av gatuvärme.

## Om vinterväghållning och vägsalt i Malmö

Vid vinterväghållning i Malmö kan det vara upp till 250 personer inblandade från beställaren, Gatukontoret, till utförande entreprenör, Kommunteknik och Svevia och underleverantörer (Malmö stad, 2014) Malmö stad arbetar för att minska saltanvändningen. De har bland annat en saltspridare som sopar undan snön innan saltet sprids som kommer att användas på större ytor som torg och större gågator. Eftersom en stor del av snömängden försvinner vid sopningen reduceras saltbehovet. Gatukontoret delar upp vinterväghållningen i prioriteringsområden där 1:a prioritering är huvudgator och gång- och cykelbanor och vägar som används av viktiga samhällsfunktioner som till exempel räddningstjänst, polis, sjukhus etc. Vägar med kollektivtrafik, högt trafikerade vägar och tillhör 1:a prioritering. Om det snöar mycket och om det behövs fortsätter man med snöröjning på vägar med 1:a prioritering innan man går över till områden av 2:a och senare 3:e prioritering. För halkbekämpning använder gatukontoret nästan uteslutande *salt*. I parker, på gång- och cykelbanor används *singel* med lite salt för att singeln inte ska klumpa ihop sig. *Krossat grus* används i villakvarter. Här lägger sig inte gruset i rännstenen utan stannar kvar på vägen på grund av den låga trafikmängden. *Saltlösning* som innehåller ca 20 % salt används i ytterområden. I övrigt används oftast *befuktat salt*. Malmös saltförbrukning och kostnad per säsong utläses i Tabell 2. Nämnvärt är att under säsong 2012-2013 förbrukades nästan lika mycket salt som under säsong 2010-2011 samtidigt som kostnaden skiljer sig mycket åt. Budget för säsongen 2014-2015 är 26 milj. Mycket av arbetet sker på natten för att vägnätet ska fungera för morgontrafiken.

**Tabell 2.** Malmö stads saltförbrukning i ton per säsong samt total kostnad för halkbekämpning (Malmö stad, 2014).

Saltförbrukning per säsong	Kostnad
År 2008-2009 3500 ton	ca 21 milj
År 2009-2010 5800 ton	ca 36 milj
År 2010-2011 6900 ton	ca 60 milj
År 2011-2012 2200 ton	ca 18 milj
År 2012-2013 6400 ton	ca 39 milj
År 2013-2014 2500 ton	ca 20 milj

## Jordprov från Hyllie

I rapporten ”Provtagning av trädgrovar vid Hyllie stationstorg” har WSP Environmental utfört

provtagning på jordar på Hyllie stationstorg i Malmö 2014-10-09 på uppdrag av Serviceförvaltning, Malmö stad (Bermin, 2014). Proverna togs från fyra trädgropar i syfte att undersöka halterna av natrium (Na) och klorid (Cl) samt ledningstalet<sup>9</sup> (Lt). Provtagningen gjordes innan vintersäsongen för att undersöka hur markmiljön påverkas av saltning från föregående vinter. Provtagningen 2014-10-09 är den första av de tre planerade 2014-2015. Tidigare provtagning har genomförts (2011-2014). Vid provtagningen samlades jord ner till ett djup på 20 cm i tre till fyra delprov inom samma trädgrop för att få en representativ bild. Proverna skickades till Eurofins för analys. Deras riktlinjer för ledningstal är max 3-4, natriumhalten < 60 mg/l och kloridhalten < 30 mg/l. Dessa riktlinjer avser god jordkvalitet för träd och buskar i stadsmiljö. Enligt Tabell 2 skiljer sig ledningstalet inte speciellt mycket mellan de olika trädgroparna och är under maxvärdet enligt Eurofins riktlinjer för ledningstal. Dock överskrider allt den rekommenderade maximala natriumhalten. Kloridhalten i Hyllie 3 och 4 överskrider också Eurofins riktlinjer.

**Tabell 3.** Resultat från provtagning vid Hyllie 2014-10-09 (Bermin, 2014)

	<i>1 Hyllie Torg</i>	<i>2 Hyllie Torg</i>	<i>3 Hyllie Torg</i>	<i>4 Hyllie Torg</i>	<i>Riktlinjer</i>
Lt	1,3	1,5	1,7	1,7	Max 3-4
Na (mg/l)	100	73	110	120	< 60
Cl (mg/l)	<60	<60	91	74	< 30

De uppmätta värdena visar på förhöjda salthalter i jorden inför vinter 2014-2015, liksom inför vinter 2013-2014. Det gjordes en genomspolning innan vintersäsongen 2013-2014 med efterföljande provtagning som visade att natriumhalten och ledningstalet hade sjunkit (Bermin, 2014). En genomspolning till kan komma att ske om det finns ett behov av att sänka jordens natrium- och kloridhalt.

<sup>9</sup> "Ledningstalet är ett mått på salthalten i jorden. Ju högre ledningstal desto högre salthalt. De lättroliga nitrat-, natrium-, kalium- och kloridjonerna påverkar ledningstalet mest." (Schmidtbauer 1998). Enheten för ledningstal är millisiemens per cm (mS/cm). Det bör inte överskrida 4 mS/cm.

**Tabell 4.** En sammanställning på alla jordprover vid Hyllie Station tagna hittills. (Bermin, 2014)

	Hyllie 1			Hyllie 2			Hyllie 3			Hyllie 4		
	Lt	Na (mg/l)	Cl (mg/l)	Lt	Na (mg/l)	Cl (mg/l)	Lt	Na (mg/l)	Cl (mg/l)	Lt	Na (mg/l)	Cl (mg/l)
2011-04-27	1,9	120	150	3,7	630	980	4,4	630	1000			
2011-05-06	1,5	89	86	1,8	140	160	4,4	880	930			
2011-10-12	0,7	43	<60	1	95	<60	1	77	<60			
2012-04-04	1	70	<60	1	98	<60	1	98	60			
2012-05-02	1	54	<60	1,1	150	<60	1,2	170	75			
2012-10-04	1,5	150	130	1,1	100	<60	1,4	190	110			
2012-11-15	0,7	48	<60	1	62	<60	0,8	75	<60			
2013-04-15							1	120	60	0,8	35	<60
2013-04-24	1,1	91	<60	1,1	90	63	1,2	120	70	1,2	50	<60
2013-10-23	1,5	140	120	2,4	120	170	1,9	100	<60	3	160	180
2013-11-13	1,9	110	78	1,8	100	<60	1,8	120	97	1,4	76	<60
2014-04-03	1,3	71	<60	1,2	69	<60	1,4	99	<60	1,7	94	<60
2014-05-08	1,4	90	<60	1,8	90	<60	1,5	120	<60	1,5	81	<60
2014-10-09	1,3	100	<60	1,5	73	<60	1,7	110	91	1,7	120	74

## Diskussion

### Hur mycket vägsalt används och hur sprids detta från vägen till omkringliggande miljö?

Enligt Blomqvist (2001) är vägens exponering för salt beroende av flera faktorer, såsom: typ av trafik, vägyta, underhåll, väder och omgivningens karaktär. Väder och temperatur är de mest betydelsefulla faktorerna och avgör åtgången av salt och därför kommer klimatförändringar och framtida väderförhållanden att påverka behovet av salt.

Vägsaltets spridning och vilken spridningsväg som har störst betydelse beror också på många olika faktorer: Väder- och klimatförhållanden, till exempel nederbörds mängd och vind, landskapets utformning till exempel topografi, jordart eller typ av miljö, stad eller landsbygd och vägunderhåll. Många av faktorerna som bidrar till saltets spridning är inte kontrollerbara av människan, som klimat- eller väderförhållanden samt landskapets utformning (till viss mån är det kontrollerbart) och eftersom salt rör sig i form av upplösta natrium- och kloridjoner med vattnet (markvatten, grundvatten och ytvatten) är det svårt att förhindra spridning. Ett exempel på något som minskar spridning som människan kan kontrollera är att ha stänkskydd på fordon. Petterson och Åkesson (2011) nämner andra sätt att minska vägsaltets kontakt med vegetation genom att ha någon form av kantskydd, stänkskydd, plantera i upphöjda bäddar, ha långt avstånd mellan saltad yta och vegetation samt att vattenavrinningen riktas från vegetationen. Vid anläggning av nya vägar med angränsande vegetation bör man ha detta i åtanke. Vattenavrinning från vegetationsbäddar talar i och för sig mot växtens behov av vatten men för minskning av saltpåverkan. På platser där det saltas mycket kan detta i alla fall vara att föredra, alternativt göra genomspolningar av hårt saltdrabbade växtbäddar.

Enligt Svenska Kommunförbundet (1995) saknas det tydligt samband mellan den spridda saltmängden på vägar och saltkoncentrationen i omkringliggande miljö och menar att saltkoncentrationen och skadebilden skiljer sig mycket åt mellan olika platser trots att samma mängd salt var distribuerad. Det är de hydrologiska och geologiska förhållandena på en plats som är avgörande för saltets inverkan och hur omfattande skador blir. Det enda man kan säga med säkerhet är att saltkoncentrationen är som högst närmst vägen vilket både Cunningham et al (2007) och Blomqvist (2001) studier visat på även om vindens påverkan visat att koncentrationen kan vara högre på ena sidan om vägen.

Mellan åren 2011-2013 pågick ett nordiskt projekt kallat MORS, Modelling residual salt, ett forskningssamarbete mellan Sverige Danmark, Norge och Island (VTI, 2011). MORS syftade till att utifrån faktorer som påverkade bortfall (upplösning och spridning) av salt ta fram ett verktyg som beskriver den förväntade ökningen av salt på vägytan. Min uppfattning är att i alla fall Sverige, även Danmark, Norge och Island under samarbetet MORS, ständigt försöker hitta metoder för att effektivisera användandet och minimera den negativa miljöpåverkan av vägsalt.

En icke studerande del när det gäller halkbekämpning och användandet av salt är i privata sammanhang. Vaktmästare eller ansvariga för halkbekämpning hos bostadsrättsföreningar, vid hyreshus eller privata villaägare sprider med största sannolikhet mycket mer salt än vad som krävs för att uppnå halkfria ytor, då de inte har tillgång till verktyg för optimering av saltmängderna. Att optimera användandet, som kommunerna arbetar för är svårt eftersom saltet i många sammanhang antagligen distribueras för hand. Svenska kommunförbundet (1995) poängterar att privata fastighetsägare som ansvarar för halkbekämpning och vinterväghållning bör känna till och anpassa sig efter kommunens policy kring detta. För hur mycket mer salt sprids utöver det som sprids på våra statliga och kommunala vägar?

### **Hur påverkas vegetation och mark av vägsalt?**

Alla hundratusentals ton salt som sprids på våra vägar har tydligt dålig påverkan på vegetationen. Fysiska och kemiska förändringar i mark och vegetation på grund av salt leder till anpassning av användandet av landskapen. Hur dessa förändringar kommer att se ut beror på saltets rörlighet. Det vill säga hur snabbt det urlakas alternativt hur länge det finns kvar i marken vilket som ovan nämnt beroende av de geologiska och hydrologiska förhållandena. De i sin tur är beroende av framtidens väderförhållande. Jag tror att det är svårt att avgöra vägsaltets inverkan på miljön och vegetationen på lång sikt eftersom vägsaltet är en del av ett rörligt och ständigt föränderligt system. Vägsaltet är en del av ett obeständigt system där det



är väldigt många faktorer som spelar in. Men för att ändå se om natrium- och kloridhalten stiger (alternativt sjunker) i jorden bör man därför årligen ta jordprover. Detta är det enda sättet för att kunna påvisa på någon form av trend. Det finns ju även en möjlighet att man inte kan påvisa någon trend, att salthalten är mycket varierande mellan åren.

Blomqvist och Folkesson (Manuskript) nämner även att tillvägagångssättet för att utreda saltpåverkan eller skador på grund av salt hos växter kan skilja sig mycket åt. Dokumentationen av skador görs av olika orsaker med olika metoder och med varierande noggrannhet. Klassificering av skador kan göras genom en verbal beskrivning och en procentuell uppskattning av skadorna det vill säga hur stor del av växten som är drabbad. Vissa forskare mäter halterna av klorid och natrium eller andra kemiska ämnen i växtmassan, andra mäter salthalten i jorden eller studerar inverkan på tillväxten eller fällning av bladverket. Metoderna för att mäta saltskador är alltså varierande.

Blomqvist (2001) har bedömt skador orsakade av salt på granar i Norge och han poängterar betydelsen av att skilja på skador orsakade av salt från mekaniska skador, patogener som insekter eller svampar eller väder i form av frost eller torka. Det finns exempelvis en svamp, vanligt förekommande i Sverige, vars symptom kan förväxlas med saltskador.

Czerniawska-Kusza et al. (2004) nämner att man bör ha andra faktorer i åtanke när man bedömer konditionen på en växt, bland annat växtens ålder, växtsätt och platsens mikroklimat eftersom det inte endast är vägsaltets påverkan som bidrar till stress.

### **Vad menas med salttolerans och saltstress?**

Eftersom salttoleransen varierar mycket mellan olika arter går det inte att sätta generella gränsvärden för *alla* växter på hur höga salthalter marken kan innehålla innan någon skada sker. (Eurofins hade i och för sig gränsvärden för träd och buskar i stadsmiljö men det anger inte för vilka arter) Landskapet kan komma att förändras genom att de mer salttoleranta arterna tar för sig på platser där det förr stod mindre salttoleranta arter och på platser där det saltas mycket bör det naturligtvis användas mer salttoleranta arter. Ashraf (2004) menar att det saknas mycket kunskap kring salttolerans, kring växternas mekanismer att hantera salt. Därför kan ökade forskningsinsatser kring salttolerans och eventuellt framtida förädling på mer salttolerant växtmaterial bli relevant om man vill ha någon form av vegetation i kraftigt saltutsatta områden.

### **Vad finns det för alternativ till salt vid vinterväghållning?**

Salt har ännu visat sig vara det mest effektiva och prisvärda halkbekämpningsmedlet.

Eftersom det ännu inte finns något mer lämpligt halkbekämpningsmedel än natriumklorid bör forskning för att hitta alternativ fortgå. Att effektivisera vägsaltsanvändandet, maskiners optimering av saltgivorna vid distribution och hitta sätt att minska spridningen förblir ett fortgående arbete så länge man inte funnit ett bättre alternativ till natriumklorid.

### **Hur arbetar Malmö kommun med vinterväghållning och vägsaltets påverkan på vegetationen?**

Rapporten med jordanalyserna från Hyllie är bristfällig. Det nämns ingenting om skadebilden på stationstorgets träd och buskar utöver en bild på en lövsituation på ett träd som visar gleshet i löven i trädkronan. Men det nämns inte om det beror på att det är höst eller om det är en skada orsakat av salthalten i jorden. Genom att endast utföra jordanalyser utan att bedöma konditionen på vegetationen eller eventuellt mäta salthalterna i träd och buskar går syftet med att bedöma saltets påverkan förlorat. Vad det är för arter på platsen anges inte heller. Det enda rapporten anger är riktlinjer för god jordkvalitet för träd och buskar i stadsmiljö. Till skillnad från studien från Polen och USA har de tagit jordprover flera gånger om året (Tabell 4.) vilket är positivt för att på så sätt kunna studera eventuell förändring över tid samt göra jämförelser mellan olika årstider. Tyvärr kan man inte se något sammanband eller utläsa några gemensamma nämnare från de tagna proverna, till exempel när på året salthalten är som högst respektive lägst i marken.

Rapporten saknar även information om tekniken för halkbekämpning, snöröjning samt hur mycket som har saltats på platsen. Eftersom halkbekämpningen och säkerheten ligger i fokus är det kanske svårt att föra statistik kring detta. Det saknas information om tidigare genomspolningar utöver vintersäsongen 2013-2014. Mätvärden före och efter genomspolning är givetvis av värde för att kunna göra jämförelser.

För bedömning av saltets påverkan bör man förslagsvis utföra jordanalyser samt bedömning av vegetationens kondition vid inledningen och i slutet av vintersäsongen – antagligen när salthalten är som lägst och högst och göra en jämförelse där emellan samt se hur det förändras mellan åren. Det mest intressanta vore att göra en direkt jämförelse mellan distribuerad mängd salt och mängden salt i jorden. Att utifrån en viss jordvolym teoretiskt beräkna ut hur stor mängd salt den innehåller. Men det kräver mycket arbete och mycket insamling av statistik. (exempel: ”Blomqvist (2001) har även visat på luftspridning av salt. 20-63 % av det distribuerade saltet spreds 2-40 meter vinkelrätt från vägen varav 90 % eller mer fanns inom de 20 första metrarna från vägen.” (sid 14))

Det är svårt att göra jämförelse mellan studierna eftersom de använder olika enheter vid

angivelse av markens saltinnehåll. Blomqvist har gjort en undersökning där han använde mg Cl m<sup>-2</sup> dag<sup>-1</sup> som enhet, medan studierna från Polen och USA använde mg Na<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup> per 100 g jord och slutligen jordproverna från Hyllie använder mg/l.

För att göra det möjligt att jämföra framtida resultat av salthalt i jordar bör man rimligtvis ha samma mätsystem. Länder med liknande klimat och som använder natriumklorid som halkbekämpningsmedel skulle kunna ha samma måttenhet vid undersökningar av jordens saltinnehåll. Att samarbeta och ställa upp gemensamma riktlinjer kring jordens salthalt samt ett gemensamt bedömningssystem för hur man dokumenterar saltskador bör vara fullt genomförbart liksom samarbetet i projektet MORS.

## **Slutsats**

I dagens samhälle måste transportvägarna fungera smidigt året om. I nuläget är vägsalt det mest effektiva och mest ekonomiska halkbekämpningsmedlet och det går givetvis inte att tumma på trafiksäkerheten. Saltanvändningen kan alltså inte uteslutas. Man bör dock vidta alla möjliga åtgärder för att bespara vegetationen saltets negativa effekter som till exempel att förebygga spridning genom att planera avrinning från närliggande vegetation. Att fortsätta med forskning kring effektivisering kring användandet och alternativa halkbekämpningsmedel är betydelsefullt för att minska saltmängderna. Forskning kring salttolerant växtmaterial är också viktigt och intressant i syfte att få in mer vegetation i städer och till andra saltutsatta platser.

## **Att arbeta vidare med**

- Fortsätta att arbeta med metoder för minskad spridning av salt.
- Fortsätta att arbeta med effektivisering av saltanvändandet.
- Fortsätta att ta jordprover för att påvisa någon eventuell trend.
- Forskning kring alternativa vinterväghållningsmetoder och halkbekämpningsmedel.
- Forskning kring salttolerans och förädling av salttoleranta arter samt sammanställa salttolerant växtmaterial som kan bli användbart i många stadsmiljösammanhang.

## Referenslista

- Ashman, M.R, Puri, G. (2002) *Essential soil science – a clear and concise introduction to soil science*, Oxford: Backwell Publishing
- Ashraf, M. (2004) *Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants*, *Flora* 199, s 361-376
- Blomqvist, G. (2001) *De-icing salt and the roadside environment*, (Manuscript)
- Blomqvist, G; Folkesson, L. *Indicators for monitoring the system of de-icing salt use and its impacts on groundwater, vegetation and social assets*. (Manuscript)
- Capon, B. (2010) *Botany for Gardeners*. 3 ed. Portland, Oregon: Timber Press.
- Czerniawska-Kusza I; Kusza, G; Duzynski, M (2004) Effect of Deicing Salts on Urban Soils and Health Status of Roadside Trees in the Opole Region, *Wiley Periodicals, Inc.* 296-301
- Eichhorn, S.E; Evert R.F. (2013) *Biology of Plants*. 8 ed. New York: Freeman and Company
- Ihs, A; Möller, S. (2007) *Nya tekniker och metoder inom vinterväghållning. En litteraturgenomgång*, VTI, <http://www.vti.se/sv/publikationer/pdf/nya-tekniker-och-metoder-inom-vintervaghallning--en-litteraturgenomgang.pdf> [2015-03-27]
- Ingham, Elaine R. (2015) *Soil Biology, Chapter 5 Soil Protozoa*, <http://urbanext.illinois.edu/soil/SoilBiology/protozoa.htm> [2015-03-19]
- Munns, R; Tester, M. (2008) Mechanisms of Salinity Tolerance, *The Annual Review of Plant Biology*, 59, sid 651-681.
- Parida, A.K; Das, A.B (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safty* 60, s 324-349
- Petterson, M-L; Åkesson, I (2011) *Trädgårdens växtskydd*, Stockholm, Natur & Kultur
- Schmidtbauer, P (1998) Markmiljö för Träd och Buskar, *Grön Fakta Utemiljö*, Utgivare: Utemiljö SLU Movium  
[http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/grona\\_fakta/GFA98-04/GFA98-04.HTM](http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/grona_fakta/GFA98-04/GFA98-04.HTM) [2014-12-03]
- Malmö stad, *Bekämpningsmedel* <http://malmo.se/Stadsplanering--trafik/Skotsel--underhall/Sno--halka/Fakta/Salt.html> [2015-03-15]
- Miljömål (2010-06-08) *Grundvatten av god kvalitet – Klorid i Grundvattnet*  
<http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=79&pl=1> [2015-05-24]
- Miljömål (2013-11-18) *Vägsaltsanvändning* <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=136&pl=1> [2014-12-10]
- Miljömål *Grundvatten av god kvalitet, Fördjupning – Vägsaltsanvändning*  
<http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/Fordjupning/?iid=136&pl=2&t=Lan&l=3> [2014-12-10]
- Roads, Sellén, J (2010-12-01) *Trafikverket ser över saltmall*  
<http://www.roads.nu/sv/Artiklar/Arkiv/2010-nr-4/Trafikverket-ser-over-saltmall/> [2015-03-24]
- Svenska Kommunförbundet, 1995, *Miljöanpassad gatuskötsel*  
<http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7099-496-X.pdf> [2015-03-26]

Sveriges Riksdag (2011-10-26) *Ökad salthalt i Vättern och andra sjöar*  
[http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Fragor-och-anmalningar/Svar-pa-skriftliga-fragor/kad-salthalt-i-Vattern-och-i-\\_GZ1248/](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Fragor-och-anmalningar/Svar-pa-skriftliga-fragor/kad-salthalt-i-Vattern-och-i-_GZ1248/) [2015-05-24]

Trafikverket (2014-02-12). *Vägsalt*  
<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Vag/Drift-och-underhall/Om-drift-och-underhall/Vintervaghallning/Vagsalt/>[2014-11-20]

Väg- och transportforskningsinstitutets (VTI) (2011-03-29). *Vinterväg*  
<http://www.vti.se/sv/forskningsomraden/drift-och-underhall/vintervaghallning/> [2015-03-04]