

DE GEVOLGEN VOOR HET MILIEU VAN WINTERONDERHOUD MET ZOUT

Door Dr. Franz Götzfried, Zout Onderzoek + Consulting (Duitsland)

Stéphanie Gaudé, Specialist Winteronderhoud - Cerema (Frankrijk)

SAMENVATTING

De omvang van dit onderzoek omvatte een uitvoerige zoekopdracht om informatie over sneeuw- en ijsbestrijdingsmiddelen te verzamelen. Het onderzoek bestond uit gepubliceerde informatie en bestaande praktijkvoorbeelden. De volgende onderwerpen kwamen aan bod:

- Mobiliteit en veiligheid dankzij wegonderhoud in de winter;
- Productieroutes voor zout;
- Kwaliteit van het zout;
- Opslag en logistiek van zout;
- Verbruik van zout;
- Prestaties van zout in vergelijking met andere anorganische en organische dooimiddelen, evenals met stroefmakende middelen;
- Milieueffecten van dooimiddelen en stroefmakende middelen;
- Winteronderhoud en kringlooeconomie;
- Strategieën en technologieën om het gebruik van zout te optimaliseren.

Het belangrijkste doel van dit onderzoek was het milieueffect te bepalen van winteronderhoud met zout en winteronderhoud met alternatieven.

Het is noodzakelijk de mobiliteit en de verkeersveiligheid in de winter te handhaven. Daarom is winteronderhoud een systeemrelevante activiteit. De doelstelling om in de winter dezelfde mobiliteit te bereiken als in de rest van het jaar, kan alleen worden bereikt door een efficiënt winteronderhoud. Het totale aantal ongevallen op ijs en sneeuw is gedaald, wat een duidelijke indicatie is van het succes van winteronderhoud in Europa. Het gebruik van natriumchloride (NaCl, zout) is daarvan een essentieel onderdeel.

Europa beschikt over een uitstekende grondstofsituatie. Zout kan worden gewonnen uit steenzoutlagen, zeewater en zoutmeren. De zoutproductietechnieken voorkomen of minimaliseren iedere bijdrage tot verontreiniging van het milieu, ze dragen bij tot het behoud van de biodiversiteit en het duurzaam gebruik van hulpbronnen en hebben een zo laag mogelijke ecologische voetafdruk. Alle geproduceerde zoutsoorten zijn geschikt voor gebruik als strooizout: steenzout, ingedampt zout (vacuümzout) en zeezout. De zoutindustrie levert strooizout van hoge kwaliteit volgens de Europese norm EN 16811-1.

Alle producten die op wegen worden gestrooid hebben een impact op verschillende milieucompartmenten (water, biodiversiteit, vegetatie, bodem), afhankelijk van hun aard (anorganisch, organisch). De effecten van zout behoren tot de best bestudeerde omdat zout het meest wordt gebruikt. Het heeft effecten op de bodem: een verhoging van de

natriumconcentratie in de bodem heeft de neiging K-, Ca- en Mg-kationen uit te spoelen, wat in bepaalde bodemtypes kan resulteren in een tekort aan voedingsstoffen. Natrium kan ook het vrijkomen van zware metalen uit wegbermbodems, indien aanwezig, versterken. Oppervlaktewateren (stilstaand en stromend water) ondervinden meer hinder van onderhoudswerkzaamheden in de winter. Deze zoutverontreiniging kan dus leiden tot een verlies aan biodiversiteit in aquatische ecosystemen (afhankelijk van de duur, de frequentie van de blootstelling en de gevoeligheid van de ontvangende ecosystemen), of aanzienlijke verschijnselen veroorzaken aan bomen langs de weg (vermindering van de fotosynthese, enz.). De grote grondwaterreservoirs daarentegen blijven door hun volume en doorstroming ongevoelig voor een eventuele zoutverontreiniging. Het antiklontermiddel ferrocyanide in zout is niet blijvend aanwezig in het milieu en wordt verwijderd door precipitatie, fotolyse, vervluchtiging en biologische afbraak.

Dooimiddelen met een hoog geleidingsvermogen, zoals zout, kunnen metalen zoals staal, zink, enz. aantasten. Door een juiste materiaalkeuze en corrosiebescherming is corrosieschade aan voertuigen en weginfrastructuur tegenwoordig geen groot probleem meer. Met zout is slechts een uiterst geringe aantasting van een met beton gebouwde weginfrastructuur te verwachten, indien deze voldoet aan de huidige beton- en constructienormen.

Calcium- en magnesiumchloriden hebben het voordeel dat ze ook bij zeer lage temperaturen nog werkzaam zijn. Bij deze producten komt echter meer chloride in het milieu vrij. Ook bestaat het risico op chemische gladheid als gevolg van de vorming van hydraten op het wegdek. Deze producten zijn ook duurder dan zout.

Wat de andere dooimiddelen betreft, de milieu-effecten daarvan kunnen nog beter worden bestudeerd, gezien de grote verscheidenheid van deze producten. Dooimiddelen die op luchthavens worden gebruikt (formiaat, acetaat, ureum) zijn afkomstig uit de organische chemie. Hoewel zij als biologisch afbreekbaar worden vermeld moet wel rekening worden gehouden met de hoeveelheid zuurstof die voor hun biologische afbraak nodig is. Deze verbruikte zuurstof kan het milieu verstikken en tot een verlies van biodiversiteit leiden. Effecten op water, bodem en vegetatie moeten nog grondiger worden bestudeerd op basis van hun samenstelling.

Bij stroefmakende middelen moet rekening worden gehouden met de vorming van fijn stof (PM10) door de gevolgen van het verkeer. Het vergruizen van stroefmakende middelen op de weg kan de PM10-verontreiniging tijdens de wintermaanden doen toenemen. Fijn stofzout lost op in de slijmvliezen en vormt geen gevaar voor de gezondheid.

De kwestie van verwijdering of behandeling van afvloeiend water van wegen met dooimiddelen hangt af van de aard van deze producten. Voor producten met chloride (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2) wordt een groot deel opgevangen in retentiebekkens. Om de kwaliteit van het afvoerwater dat in het milieu wordt geloosd te reguleren, kan de wateropbrengst van de retentiebekkens worden geoptimaliseerd. Momenteel wordt onderzoek verricht om halofytische planten te testen voor de ontzilting van afvloeiend wegwater.

Voor organische dooimiddelen, zoals formiaat of acetaat, is het zuurstofverbruik het belangrijkste milieueffect. De afbraak ervan moet worden verwerkt in afvalwaterinstallaties. Voor stroefmakende middelen in stedelijke gebieden is vegen

noodzakelijk om verstopping van rioleringsnetwerken, het ontstaan van fijne deeltjes en gladheid door restmaterialen te voorkomen.

Met betrekking tot de milieu-effecten moet rekening worden gehouden met de levenscyclus van het product. Het fossiele energieverbruik voor de productie van NaCl is lager dan voor andere dooimiddelen omdat het natuurlijk is en voor de vervaardiging ervan geen industrieel proces nodig is (met uitzondering van stroefmakende middelen met natuurlijke oorsprong uit groeven). Het energieverbruik voor strooien is gekoppeld aan de doseringen, dus overheersend voor stroefmakende middelen en belangrijk voor organische vloeibare dooimiddelen. De uitstoot van broeikasgassen kan worden beperkt door een binnenlandse productie van zout en de juiste keuze van transportmiddelen.

Er zijn veel producten op de markt die een alternatief zijn voor zout. Maar er zijn geen alternatieve dooimiddelen die aan alle eisen (bruikbaarheid, milieueffect) van de Europese technische specificatie CEN/TS 16811-3 voldoen. Sommige voordelen (zoals minder bijtend, biologisch afbreekbaar) worden vaak gecompenseerd door andere nadelen (zoals hogere doseringen, lager hechtingsniveau). Alternatieven zijn meestal veel duurder dan zout en worden daarom alleen voor specifieke behoeften gebruikt.

Stroefmakende middelen hebben een ander doel dan zout: ze worden alleen gebruikt als curatief middel; om de grip te herstellen op een wegdek dat besneeuwd/beijzeld zal blijven. De strooihoeveelheden zijn veel hoger dan voor zout. Bovendien doen ze fijn stof opwaaien en moeten ze aan het einde van de winter worden weggeveegd. Ze worden alleen gebruikt voor netwerken in gebieden met strenge winters (bergen, weinig verkeer).

Zout wordt gebruikt bij de vervaardiging van tal van producten. Aan het eind van het fabricageproces kan zout, in plaats van als afval te worden beschouwd, worden hergebruikt als dooizout. Verschillende voorbeelden in Europa tonen aan dat het gebruik van bijproducten en gebruikt zout in winteronderhoud bijdraagt tot een efficiënt gebruik van hulpbronnen en kringlooeconomie.

In geval van een crisis moeten wegbeheerders zeker zijn van een voldoende grote voorraad dooizout om te kunnen reageren op hevige weersverschijnselen. Zout is een alledaags product waarvan de productie toereikend kan zijn voor deze intense weersomstandigheden.

De opslag van het voor de wintermaanden benodigde zout is meestal gebaseerd op een drietrapsmodel: - kleine, lokale silo's en opslagplaatsen; - middelgrote, regionale opslagplaatsen; - opslagplaatsen van de zoutindustrie. In sommige landen leggen de wegautoriteiten noodvoorraden zout aan om de nationale veerkracht te verzekeren. De zoutindustrie gebruikt alle mogelijke transportmiddelen om de voorraden aan te vullen: vrachtwagens, treinen, schepen.

De bescherming van het zout en het omringende milieu, en een gemakkelijke verwerking van het zout, zijn noodzakelijk en kunnen worden gewaarborgd door een goede opslag van het zout, hetzij onder een afdak, hetzij door het afdekken van de buitenvoorraden. Geautomatiseerd voorraadbeheer via het web stelt gebruikers in staat volledige controle te hebben over hun voorraadvolumes en budget.

Bij de keuze van chemicaliën voor het ijsvrij maken van wegen is het van belang rekening te houden met de beschikbaarheid, de prestaties en de kosten onder verschillende weersomstandigheden en de relatieve milieu-effecten te evalueren.

Natriumchloride heeft de beste eco-efficiëntie (laagste kosten, toepasbaar bij normaal winterweer, aanvaardbaar milieueffect) en de hoogste beschikbaarheid en is daarom het ijsvrij-makend middel nr. 1 voor wegen.

De schommelingen in wintertemperatuur en neerslag zijn bepalend voor de dynamiek van het zoutverbruik. Het jaarlijkse Europese zoutverbruik voor strooidoeleinden is zeer wisselvallig en wordt geschat op 5 tot 17,5 miljoen ton. De beschikbare nationale statistieken tonen meestal een dalende of constante trend in het zoutverbruik en een loskoppeling van het zoutverbruik van de toename van de lengte van de wegen of de oppervlakte die wordt onderhouden. De redenen voor dit succes zijn verbeterde dienstverleningsstrategieën (eerst ploegen, preventief strooien, doseeradviezen), verbeterde strooiqualiteit (vooraf bevochtigd zout, directe toepassing van pekels) en het gebruik van wegweersinformatiesystemen (RWIS). Op lange termijn kan een daling van het zoutverbruik worden verwacht als gevolg van de klimaatverandering.

Het onderzoek beveelt verdere maatregelen aan om de consumptie/het gebruik van zout tot een minimum te beperken en te optimaliseren. Dit wordt toegejuicht en gesteund door de zoutindustrie. Er zijn verschillende manieren om de hoeveelheid gestrooid zout te optimaliseren. De eerste is strooien tot de hoeveelheid die nodig is en niet meer: kalibreren van strooiwagens, aanpassen aan weersverschijnselen, enz. De trend in Europa is het gebruik van pekels (vooraf bevochtigd zout, oververzadigde pekels, alleen pekels). Er zijn nog andere maatregelen mogelijk, zoals de ontwikkeling van beheerstrategieën op basis van milieugevoeligheid of het aanmoedigen van het gebruik van winterbanden.

Het is de bedoeling het zoutverbruik verder los te koppelen van de toenemende ontwikkeling van het personen- en vrachtverkeer en van de toenemende weglengte en verhard wegdek in Europa. Tegelijkertijd moeten verkeersongevallen ten gevolge van gladde wegen verder worden teruggedrongen.

BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN EN BELANGRIJKE TRENDS

De belangrijkste trends in de toepassing van sneeuw- en ijsbestrijdingsmiddelen die tijdens de evaluatie werden vastgesteld, zijn onder meer:

- Om de mobiliteit en de veiligheid op de Europese wegen in de winter te handhaven, is efficiënt winteronderhoud noodzakelijk. Het gebruik van natriumchloride (NaCl, zout) is een essentieel onderdeel van deze systematisch belangrijke activiteit.
- Dooizout wordt gewonnen uit steenzoutlagen, zeewater en zoutmeren en voldoet aan de eisen van de Europese norm EN 16811-1.
- Zout en alle alternatieve dooimiddelen, alsmede stroefmakende middelen die op wegen worden gestrooid, hebben een effect op verschillende milieucompartimenten (water, biodiversiteit, vegetatie, bodem).

- De effecten van zout behoren tot de best bestudeerde omdat zout het meest gebruikte sneeuw- en ijsbestrijdingsmiddel is. Wat de andere dooimiddelen betreft kunnen de milieu-effecten ervan nog worden bestudeerd, gezien de grote verscheidenheid ervan.
- Zout heeft effecten op de bodem (wegspoelen van voedingsstoffen, vrijkomen van zware metalen) en kan aanzienlijke symptomen veroorzaken aan bomen langs de weg (fotosynthesevermindering, enz.). Oppervlaktewateren (stilstaand en stromend water) ondervinden meer hinder van winterse onderhoudswerkzaamheden (verlies van biodiversiteit).
- Een aantal voordelen (zoals minder corrosief, biologisch afbreekbaar) van alternatieve dooimiddelen voor zout worden vaak gecompenseerd door nadelen (zoals hogere doseringen, lager hechtingsniveau, hoog zuurstofverbruik). Alternatieven zijn meestal veel duurder dan zout en worden daarom alleen voor specifieke behoeften gebruikt.
- De strooihoeveelheden voor stroefmakende middelen zijn veel hoger dan voor zout. Zij worden alleen gebruikt voor corrigerende behandelingen om de grip te herstellen van een wegdek dat besneeuwd of beijzeld zal blijven. Bij de stroefmakende middelen moet rekening worden gehouden met de vorming van fijn stof (PM10) vanwege verkeer. Ze moeten op het einde van de winter worden weggeveegd.
- Voor wat betreft de milieu-effecten moet rekening worden gehouden met de levensduur van het product. Het gebruik van fossiele energie voor de productie van zout is lager dan voor andere dooimiddelen. Het energieverbruik is gekoppeld aan de doseringen, dus overheersend voor stroefmakende middelen en belangrijker voor organische vloeibare dooimiddelen.
- Zout is het dooimiddel met de beste eco-efficiëntie voor het winteronderhoud van wegen: geschikt voor preventieve en curatieve behandeling; effectief tot een temperatuur van -15°C ; lage dosering mogelijk; aanvaardbaar milieu-effect; laagste kosten in vergelijking met alle andere dooimiddelen. Natuurlijke hulpbronnen, productiecapaciteiten van de industrie en logistieke concepten garanderen een hoge beschikbaarheid van zout.
- Voorbeelden tonen aan dat het toenemend gebruik van bijproducten en gebruikte zouten uit verschillende industrieën als zout of pekels voor ijsbestrijding en ijsverwijdering in winteronderhoud bijdraagt tot een efficiënt gebruik van hulpbronnen en de kringloopeconomie.
- De schommelingen in wintertemperaturen en neerslag zijn bepalend voor de dynamiek van het zoutverbruik. Het jaarlijkse Europese zoutverbruik voor strooien wordt geschat op 5 tot 17,5 miljoen ton.
- De beschikbare nationale statistieken laten meestal een dalende of constante trend in het zoutverbruik zien en de ont koppeling van het verbruik met de toename van de weglengte of onderhouden oppervlaktes.
- Klimaatverandering met stijgende temperaturen in de winter heeft gevolgen voor het winteronderhoud. De belangrijkste effecten zijn de verandering van de intensiteit en de aard van de verschijnselen: minder sneeuw, meer ijs, meer terugkerende vorst- en doocycli, meer zeldzame maar intensievere weersomstandigheden. Winteronderhoud is dan genoodzaakt zich aan te passen.

Op lange termijn is een daling van het zoutverbruik te verwachten als gevolg van de klimaatverandering.

- Het onderzoek raadt verdere inspanningen aan om het zoutverbruik/gebruik te minimaliseren en te optimaliseren. Dit wordt toegejuicht en ondersteund door de zoutindustrie. Er zijn verschillende manieren om de hoeveelheid gestrooid zout te optimaliseren. De eerste is de hoeveelheid strooien die nodig is en niet meer: afstelling van de strooiwagens, aanpassing aan weersverschijnselen, enz. De trend in Europa is het gebruik van een zoutoplossing (pekkel) in de vorm van vooraf bevochtigd zout, oververzadigde pekkel of pekkel alleen.
- Het is de bedoeling het zoutverbruik steeds verder los te koppelen van de toenemende ontwikkeling van het personen- en vrachtverkeer en van de toenemende weglengte en verhard wegdek in Europa. Tegelijkertijd moeten verkeersongevallen als gevolg van gladde wegen verder worden teruggedrongen.

Tabel 9: **Vergelijk van verschillende dooimiddelen op enkele bekende milieueffecten**

Dooimiddel	Milieuvriendelijke eigenschappen	Negatieve effecten op het milieu	Opmerkingen
Natriumchloride NaCl (vast)		Toxiciteit door chloride ion (verontreiniging van grondwater). Natrium Na ⁺ : dispergerend effect op de bodem. Significante symptomen aan bomen langs de weg.	Beste eco-efficiëntie: voor preventieve en curatieve behandeling; effectief tot -15° C; lage dosering nodig; laagste kosten in vergelijking met alle andere dooimiddelen. Hoge beschikbaarheid (natuurlijke hulpbronnen: steenzoutafzetting, zeewater, zoutmeren).
Natriumchloride pekkel (vloeistof)	Minder zout in het milieu dan bij vast NaCl.	Dezelfde effecten als vast NaCl.	Efficiënter dan vast NaCl bij preventieve behandeling, maar niet geschikt voor alle weersomstandigheden
Calciumchloride CaCl ₂	Calcium Ca ²⁺ heeft geen dispergerend effect op de bodem zoals natrium Na ⁺	Toxiciteit door chloride ion (verontreiniging van grondwater). Verdubbeling van chlorides vergeleken met NaCl Significante symptomen aan bomen langs de weg.	Hoge kosten in vergelijking met NaCl. Effectief bij temperaturen lager dan bij NaCl. Risico op chemische gladheid. De toxiciteit impact is groter dan bij NaCl voor plankton en ongewervelde dieren, en minder belangrijk voor vissen. GHS-classificatie als gevaarlijke stof ("irriterend voor de ogen").
Magnesiumchloride MgCl ₂	Magnesium Mg ²⁺ heeft geen dispergerend effect op de	Toxiciteit door chloride ion (verontreiniging van grondwater).	Risico op chemische gladheid. Magnesiumchloride is giftiger dan NaCl voor sommige in het

	bodem zoals natrium Na+	Verdubbeling van chlorides vergeleken met NaCl Significante symptomen aan bomen langs de weg.	water levende soorten geteste vissen.
Kaliumchloride KCl		Beschadigingen opgemerkt op sommige planten.	Niet effectief onder -4° C / -7° C. Kaliumchloride is giftiger dan NaCl voor sommige in het water levende soorten geteste vissen.
Acetaat gebaseerde dooimiddelen (CMA, kaliumacetaat, natriumacetaat) C ₂ H ₃ O ₂ ⁻	Biologisch afbreekbaar Minder schade aan flora en fauna dan NaCl.	A priori meer schadelijke effecten op fytoplankton, ongewervelde dieren en vissen dan NaCl. Zuurstofverbruik bij biologische afbraak voor natriumacetaat. Effect van natrium-ion Na ⁺ (vergelijkbaar met NaCl).	Kosten zijn ongeveer 20 keer hoger dan de kosten van NaCl [28]
Formiaat gebaseerde dooimiddelen	Biologisch afbreekbaar	Dezelfde impact als acetaat Moeilijker biologisch afbreekbaar dan acetaat Zuurstofverbruik bij biologische afbraak.	Kosten zijn ongeveer 20 keer hoger dan de kosten van NaCl
Ureum	Lage corrosiviteit.	Schade aan vegetatie bevordert de groei van algen en de eutrofiëring van waterlopen.	Effectief tot -3° C / -4° C. Hoge kosten. Noodzaak om voorzorgsmaatregelen te nemen om de afvoer naar het grondwater te beperken
Sulfaat en nitraat gebaseerde dooimiddelen		Schadelijk voor beton en poreuze stenen. Aanzienlijke verontreinigingsrisico's voor oppervlaktewateren (anorganische stikstof). Zeer corrosief	
Alcohol en glycol		Niet corrosief Niet-toegestane stoffen in meren en rivieren. Hoog zuurstofverbruik bij biologische afbraak.	GHS-classificatie van ethyleenglycol als gevaarlijke substantie.