

Green Way Tudásbázis

V1.3, 2014. május 17.

Ez a dokumentum a megjelölt források felhasználásával és saját tapasztalatok alapján készült, ebben a formájában a Green Way Hungary Zrt. tulajdonát képezi. A Green Way Hungary Zrt. döntése alapján ezen döntés visszavonásáig a benne foglaltakat bárki szabadon használhatja a Green Way Hungary Zrt. termékeinek és szolgáltatásainak megismerése céljából. A Green Way Hungary Zrt. nem járul hozzá a tudásbázis egészének vagy részeinek módosításához, továbbértékesítéséhez, hasznosításához, publikálásához, vagy bármilyen egyéb módon történő felhasználásához.

Tartalomjegyzék

<i>Alapanyagok</i>	3
Kalcium-klorid granulátum	3
Kalcium-klorid oldat	3
Kalcium-magnézium-acetát	4
<i>Jégmentesítés</i>	4
Általános információk	4
<i>A hagyományos útszóró só és az alternatív jégmentesítők</i>	4
<i>A hagyományos útszóró só káros hatásai</i>	5
<i>Hogyan válasszunk jégmentesítőt?</i>	5
<i>Jégmentesítők összehasonlító táblázata</i>	6
Kalcium-klorid granulátum és oldat	6
<i>Működési elv és alkalmazás</i>	6
<i>Jellemzők</i>	7
<i>Szükséges mennyiségek (granulátum)</i>	7
<i>Szükséges mennyiségek (oldat)</i>	7
<i>Munkavédelem</i>	7
<i>Egyéb hatások</i>	8
Kalcium-magnézium-acetát (CMA)	8
<i>Működési elv és alkalmazás</i>	8
<i>Jellemzők</i>	8
<i>Szükséges mennyiségek</i>	9

<i>Munkavédelem</i>	9
<i>Egyéb hatások</i>	9
Jégmentesítő keverékek.....	9
<i>Kalcium-klorid granulátum és érdesítő keverékek</i>	10
<i>Zeolit és oldat keverékek</i>	10
<i>Pormentesítés</i>	11
Általános információk.....	11
<i>A poros utak és egyéb felületek problémája</i>	11
<i>Hol és mikor érdemes pormegkötést alkalmazni a burkolatlan utakon?</i>	11
<i>A kloridok, mint a leggyakrabban használt pormentesítő anyagok</i>	12
A pormentesítésre használt kalcium-klorid.....	13
<i>Jellemzők</i>	13
<i>Kockázatok, korlátozások</i>	14
<i>Szállítás, tárolás</i>	14
<i>Környezeti hatások</i>	14
<i>Szükséges mennyiségek, tartósság</i>	15
A pormentesítő, pormegkötő kezelés.....	15
<i>A kezelés időzítése</i>	15
<i>Előkészületek</i>	16
<i>A hatóanyag kijuttatása</i>	16
<i>Munkavédelem</i>	17
<i>Karbantartás</i>	17
<i>A tudásbázis készítése során felhasznált források</i>	17



Alapanyagok

Kalcium-klorid granulátum

A pormentesítésre és jégmentesítésre használt granulátum kb. 77% kalcium-kloridot tartalmaz. Ezeken kívül elenyésző mértékben tartalmaz még egyéb anyagokat is, összetétele megfelel a magyarországi és nemzetközi jogszabályok előírásainak.

Az anyag alaptulajdonságai:

- **Megjelenés:** fehér granulátum
- **Szag:** szagtalan
- **Anyagsűrűség:** ~1,34 g/cm³
- **Ömlesztett sűrűség:** ~ 0,8-0,9 g/cm³
- **Vízben való oldhatóság:** vízben oldódik
- **Oldószerekben való oldhatóság:** alkoholban, ecetsavban és acetonban oldódik
- **pH érték:** 8-11

A kalcium-klorid zárt, száraz, fedett raktárban a gyártás napjától számított legalább 2 évig tárolható a csomagolás sértetlensége esetén. A szállítás és a tárolás során figyelembe kell venni az anyag erős nedvességmegkötő képességét. A csomag felbontása után a granulátum felhasználandó, vagy hermetikusan vissz kell zárni, mert a levegőből gyorsan megköti a nedvességtartalmat, és nedvesedik, oldódik, összeáll.

A granulátum oldódásakor jelentős hő szabadul fel.

Kalcium-klorid oldat

A kalcium-klorid könnyen oldódik a vízben, speciális keverési eljárást nem igényel. A vízhez hozzá kell adni a granulátumot és elkeverni, akár manuális úton. A víz és a hozzáadott granulátum 10-15 perc alatt oldattá alakul. A folyamat során jelentős hő szabadul fel, amely képes az oldatot 60-70 fokra felmelegíteni. Fokozott elővigyázatossággal végezzük az oldást!

Az alábbi táblázat tartalmazza, hogy adott mennyiségű (1000 liter) oldathoz mennyi granulátumot mennyi vízzel kell feloldani a különböző koncentrációkhoz. (Kiemelve a leggyakrabban használt 30%-os oldat.)

Oldat mennyisége	Koncentráció	Szükséges granulátum	Szükséges víz
1000 liter	20%	306 kg	876 liter
1000 liter	30%	500 kg	786 liter
1000 liter	40%	727 kg	675 liter
1000 liter	48% (max)	935 kg	566 liter



Egy gyakori oldási eljárás: egy 10 kg-os zsák 77%-os granulátumhoz 16 liter vizet kell keverni, és ebből lesz 20 liter 30%-os oldat, az elkészült oldat tömege 26 kg.

Tömegszázalék (%)	Fagyáspont (Celsius fok)	Sűrűség (kg/m ³)	Viszkozitás (Ns/m ²)
0	0	1000	1
5	-2,5	1040	1,5
10	-5	1080	2
15	-11	1130	2,7
20	-18	1190	4
25	-27	1250	7
30	-42	1300	20

Kalcium-magnézium-acetát

Az anyag alaptulajdonságai:

- **Megjelenés:** halványsárga tiszta folyadék
- **Szag:** édeskés
- **Sűrűség:** ~1,14 g/cm³
- **Vízben való oldhatóság:** vízben oldódik

Jégmentesítés

Általános információk

A hagyományos útszóró só és az alternatív jégmentesítők

- A hagyományos útszóró só (NaCl) olcsó és viszonylag hatékony megoldás az utak jégmentesítésére, de számos tanulmány bizonyította a káros hatását a növényzetre, az erdei és vízi élővilágra, az ivóvízre, a járművekre és az épített környezet egyes elemeire.
- A hagyományos útszóró só használatával járó rejtett, krónikus és kumulatív költségek kérdéssé tehetik a mellette szóló rövid távú, gazdaságossági érveket.
- Az alternatív jégmentesítők (kalcium-klorid, kalcium-magnézium-acetát stb.) pénzügyi okokból nem képesek leváltani teljes mértékben a hagyományos útszóró sót, de egyre több helyen használják ezeket tisztán, vagy a hagyományos sóhoz adalékként keverve.
- A kalcium-klorid alacsonyabb hőmérsékleten is hatékony (-7, -10 Celsius fok környékén a hagyományos só már nem képes olvasztani).
- Körülbelül harmadannyi kalcium-klorid szükséges egységnyi hó megolvasztásához, mint nátrium-klorid.
- Minden klorid tartalmú jégmentesítő, így az alternatív kalcium-klorid is okoz korróziót, de mivel kevesebb anyagra van szükség ugyanakkora



hatás eléréséhez, mint a hagyományos só esetén, így összességében kisebb a korrozív hatás.

- A kalcium-magnézium-acetát egyáltalán nem okoz korróziót, kritikus helyeken elkerülhetetlen az alkalmazása, de jóval költségesebb (ára többszöröse a kalcium-kloridénak).

A hagyományos útszóró só káros hatásai

- A kezelt felületek környezetében növeli a talajvíz és a felszíni víz sótartalmát, ami potenciális veszélyt jelent az emberi egészségre és a helyi biodiverzításra. A sózott felületekről lefolyó oldat körülbelül annyira sós, mint a tengervíz.
- Kedvezőtlen hatást gyakorol a talajra, növeli a felszíni átfolyást, eróziót, a folyók és folyamok ülepedését.
- Károsítja a növényzet egészségét és életerejét a talaj tápanyag egyesúlyának felborítása miatt.
- Növeli a jármű-állat balesetek számát, mivel a madarakat és emlősöket vonzza a sótartalom.
- Nehézfémek akkumulálódnak a talajban a járművek és a só hatására, ezek pedig szennyezhetik a vízkészletet.
- Növeli a korróziós károk mértékét a járművek, az úttest, a fémből készült elemek és a beton károsításával. (2010-es becslés szerint az Amerikai Egyesült Államok szintjén ez 11,7 milliárd dollár költséget jelentett.)

Hogyan válasszunk jégmentesítőt?

A különböző jégmentesítő anyagok közül való választás több tényező függvénye. Az alábbiakban összefoglaljuk, melyik típust mikor érdemes használni, milyen előnyökkel és hátrányokkal kell számolni.

- A **hagyományos útszóró só (NaCl)** kétségkívül a legolcsóbb megoldás, de használatát már jogszabályok tiltják (például járdán és egyéb lakossági célokra nem használható), és káros hatást gyakorol a növényzetre.
- A **kalcium-klorid granulátum és oldat** a nátriummentes, környezetbarát megoldás, a professzionális felhasználók választása (például az autópályák és a közutak kezelői is ezt használják sok országban, így Magyarországon is). A jégmentesítésen kívül a pormentesítésben is első számúként használt anyag.
- A **CMA oldat (kalcium-magnézium-acetát)** a megkerülhetetlen választás, ha el akarjuk kerülni a korróziót. Bár magasabb az ára, de például vasbeton, acélszerkezet, híd esetén ez a felelős választás: egyáltalán nem okoz korróziót, mert nem tartalmaz kloridot.
- Elsősorban járdákra és egyéb lakossági célokra használhatók a kalcium-klorid granulátumot, és valamilyen mechanikus érdesítő anyagot tartalmazó **kalcium-klorid granulátum keverékek**. Ezek lényegesen olcsóbbak, bár kevésbé hatékonyak, ugyanakkor a kalcium-klorid mellett tartalmaznak csúszásgátlókat (dolomit, mészkő), amelyek az olvadás után a kezelt felületen maradnak.
- Ha olyan, érdesítővel kevert megoldást akarunk, ahol a visszamaradó anyagot könnyű eltakarítani, akkor a **zeolit és oldat keverékek** jöhetnek szóba, bár ezek olvasztó hatása csekélyebb. A zeolit nedvszívó képessége



miatt felveszi az oldat hatóanyagát, és fokozatosan engedi ki magából. A végére a zeolit morzsalékosává válik, szétmállik, így könnyebb eltakarítani. Az oldat lehet kalcium-klorid, vagy ha korróziómentes anyagra van szükség, formiát illetve CMA oldat.

Jégmentesítők összehasonlító táblázata

Termék	Változat	Jellemzők	jégolvasztó hatás	árfekvés	kloridmentes	maradék mennyisége	érdesítőt tartalmaz	Hova ajánlott?	fém tartalmú helyek	utak, aszfalt	díszburkolatok	járdák, egyéb
CaCl ₂	granulátum oldat		■■■■■	€€	■■■				■			■
CMA	oldat		■■■■■	€€€	■	■■■			■	■	■	■
CaCl ₂ + érdesítő	zeolit mészke		■■■■■	€	■■■	■			■			■
Zeolit + oldat	CMA		■■■■■	€	■	■■■	■		■	■		■
	formiát		■■■■■	€	■	■■■	■		■	■		■
	CaCl ₂		■■■■■	€	■■■	■			■			■

Kalcium-klorid granulátum és oldat

Működési elv és alkalmazás

A téli havas, jeges utak síkosság-mentesítését hatékonyan és biztonságosan a jégmentesítő anyagok biztosítják. A jégmentesítő anyagok úgy működnek, hogy a vízzel (jéggel, hóval) oldatot képeznek, amely oldatnak alacsonyabb a fagyáspontja, mint a víznek, így az új oldat fagyáspontjáig folyékony halmazállapotú marad. A leggyakrabban használt hagyományos útszóró só (NaCl) által képzett oldat például -7 Celsius fok körül már elkezdi megfagyni, míg a kalcium-klorid még -25 Celsius foknál is folyékony állapotú marad. Ráadásul környezetbarát, nem károsítja a növényzetet, mint a hagyományos útszóró só.

Mivel a kalcium-klorid oldódás közben intenzíven hőt termel (exoterm kémiai reakció), és saját tömegénél sokszorta több nedvességet képes megkötni, ezért a téli jégmentesítésre az egyik leghatékonyabb megoldás. Gyorsabban, többet és alacsonyabb hőmérsékleten képes megolvasztani a hóból és jégből, mint az egyéb anyagok.

A kalcium-klorid a leghatékonyabb környezetbarát jégmentesítő anyag. Alkalmos mind a megelőző kezelésre (havazás, eső előtti kijuttatás), mind az utókezelésre (már lehullott csapadék, hó, kialakult jégpáncél olvasztására). Nátriummentes, és nem képez maradvány anyagot. A kalcium-klorid oldat és granulátum egyaránt használható, a kijuttatás módjától és egyéb szempontoktól függ, hogy melyiket érdemes használni.

A nemzetközi gyakorlatnak megfelelően jégmentesítésre a kalcium-klorid 77%-os granulátuma, illetve a 25-30%-os oldat javasolt.

A granulátumot és az oldatot egyenletesen kell a felületre kijuttatni az erre alkalmas szóró-berendezéssel, vagy manuálisan. A nátrium-klorid szórásához használt jármű vagy egyéb berendezés a kalcium-kloridhoz is megfelel.



A granulátum és az oldat a kijuttatást követően azonnal megkezdí olvasztó hatását, intenzív hőtermelés mellett, ami nagyban felgyorsítja, megnöveli az olvasztóhatást.

A keletkezett oldat akár 2-3 napig is az úton marad, és biztosítja a jégmentességet, de folyamatosan ellenőrizni kell, és szükség szerint a kezelést meg kell ismételni.

Jellemzők

- **Nagyfokú és tartós vízmegkötő képesség.** Egy kalcium-klorid molekula akár 6 vízmolekulát is képes megkötni. A megkötött vízmolekulák tág hőmérsékleti- és páratartományban is kötésben maradnak, így nehezen tudnak elpárologni.
- **Alacsony fagyáspont.** A kalcium-klorid oldat alacsony hőmérsékleti tartományban sem fagy meg (30%-os oldat esetében a fagypont -42 °C).
- **Vízzel történő oldatképződése exoterm folyamat.** A vízzel való oldatképződéskor hó szabadul fel, ez meggyorsítja a jégolvasztás folyamatát, szemben az útszóró sóval, amely oldódáskor hőt von el a környezetétől.
- **A talajba jutva kiszorítja a nátriumot, ami elsődlegesen felelős a szikessedésért.** Kalciumtartalma pedig szükséges a növényeknek, ezen tulajdonsága miatt alkalmazzák műtrágyaként is.
- **Vízben könnyen és gyorsan oldódik.**
- A Quebec-i Környezetvédelmi Minisztérium (Kanada) szerint a kalcium-klorid "a megfelelő kijuttatás mellett nem okoz körülhatárolható környezetvédelmi problémákat." Ráadásul a kalcium-klorid egy tiszta, szervesetlen anyag, amely nem hagy maga után olajos vagy porszerű maradványokat.

Szükséges mennyiségek (granulátum)

A kijuttatandó mennyiség a hőmérséklettől és a havazástól függően 20 gramm – 60 gramm / m² között javasolt.

Szükséges mennyiségek (oldat)

A kijuttatandó mennyiség a hőmérséklettől és a havazástól függően 40 milliliter – 100 milliliter / m² között javasolt.

Munkavédelem

A granulátum szagtalan, fehér színű szemcsés anyag, bőr-, légzőszervi és szemirritációt okozhat. Az anyag nem rákkeltő.

Munkavégzés közben folyamatos légcserét kell biztosítani. Ennek hiányában légző-maszk (fél maszk P2 szűrővel) használata szükséges. Védőszemüveg és kesztyű (penetrációs idő 4-8 óra), valamint normál védőruha alkalmazása szükséges.

Bőrre kerülés esetén mossuk le a bőrt bő szappanos vízzel. Bőrirritáció esetében orvoshoz kell fordulni.



Szembe jutás esetén azonnal öblítsük bő vízzel legalább 5 percen keresztül, miközben szemhéjunkat ujjainkkal széthúzzuk. Szükség esetén forduljunk orvoshoz!

Lenyelés esetén itassunk sok vizet. Szükség esetén hívjunk orvost!

Egyéb hatások

A termék biológiailag nem lebomló, vizes közegben nem halmozódik fel. Vízi élőlények esetén nem okoz mérgezést, a vizet keményíti.

Kalcium-magnézium-acetát (CMA)

Működési elv és alkalmazás

A CMA oldat kémiai hatását illetően nem különbözik a közönséges útszóró só hatásától. Alkalmazása meggátolja a hó és a jégpáncél kialakulását. A CMA molekulák megakadályozzák a hó és jég részecskék egymáshoz tapadását, és ennek köszönhetően a hó és jég könnyen eltávolítható a kezelt felületről.

A CMA oldatot leginkább járdán, díszburkolaton, fémszerkezeteken alkalmazzák, mivel nem okoz korróziót, és hosszabb ideig hat, mint a hagyományos jégmentesítő anyagok. Kedvező kémiai tulajdonságainak köszönhetően az újrajegesedés folyamatát gátolja. A CMA oldat kijuttatása nem igényel semmilyen különleges kezelést vagy berendezést.

Alkalmazása történhet:

- közvetlenül a kezelendő felületre való kijuttatással;
- homokkal keverve;
- keverhető hagyományos útszóró sóval is, hogy csökkentse a só korrozív hatását;
- más síkosságmentesítő anyagokkal is keverhető.

Az oldat a kijuttatást követően azonnal megkezdí olvasztó hatását, intenzív hőtermelés mellett, ami nagyban felgyorsítja, megnöveli az olvasztóhatást.

A keletkező oldat akár 2-3 napig is az úton marad, ezt azonban folyamatosan ellenőrizni kell, és szükség szerint a kezelést meg kell ismételni.

Jellemzők

A kalcium-magnézium-acetát (CMA) egy viszonylag újkeletű, kloridmentes jégmentesítő. A kloridot tartalmazó anyagokkal ellentétben egyáltalán nem okoz korróziót, használható olyan, fémekeket is tartalmazó helyeken, ahol elvárás a korrózió-mentesség, például hidak, vasbeton szerkezetek, fémszerkezetek, beton, díszburkolat. Olvasztóhatása nagyobb, mint sok hagyományos anyagé, de a kloridot tartalmazó kalcium-kloridénál kisebb. Használata során nem képződik maradvány anyag.

Első ízben az 1970-es években, a Federal Highway Administration (FHWA) fejlesztette ki a CMA oldatot.

Több éves kutatás és helyszíni alkalmazások bizonyították, hogy a CMA korrozív hatása nem nagyobb, mint a csapvízé, és hogy nem károsítja sem a növényzetet, sem a befogadó vizeket.



A CMA oldat bármilyen anyagból készült tárolóeszközben, lényegében korlátlan ideig eltartható.

Szükséges mennyiségek

A kijuttatandó mennyiség a hőmérséklettől és a havazástól függően 40 milliliter–100 milliliter / m² között javasolt.

Munkavédelem

A CMA szagtalan, fehér színű oldat, bőr-, légzőszervi és szemirritációt okozhat. Az anyag nem rákkeltő.

Munkavégzés közben folyamatos légcserét kell biztosítani. Ennek hiányában légző-maszk (fél-maszk) P2 szűrővel használata szükséges. Védőszemüveg és kesztyű (penetrációs idő 4-8 óra), valamint normál védőruha alkalmazása szükséges.

Bőrre kerülés esetén mossuk le a bőrt bő szappanos vízzel. Bőrirritáció esetében orvoshoz kell fordulni.

Szembe jutás esetén azonnal öblítsük bő vízzel legalább 5 percen keresztül, miközben szemhéjunkt ujjainkkal széthúzzuk. Szükség esetén forduljunk orvoshoz!

Lenyelés esetén itassunk sok vizet a sérülttel. Szükség esetén hívjunk orvost!

Egyéb hatások

CMA oldat nem toxikus. Vizsgálatokat végeztek az anyaggal, és az eredmények alapján megállapították, hogy a CMA nem károsabb az egészségre, mint a közönséges asztali só.

A talajba történő bejutáskor a CMA kalcium és magnézium atomokra bomlik le, amelyek beépülnek a talaj szerkezetébe, így javítják a talaj minőségét.

A termék biológiailag nem lebomló, vizes közegben nem halmozódik fel. Vízi élőlények esetén nem okoz mérgezést, de a vizet keményíti.

Laboratóriumi vizsgálatok bebizonyították, hogy a CMA oldat nem lép kémiai reakcióba fémekkel, valamint azt is, hogy a CMA oldatot kloridokkal keverve csökkenthető azok káros hatása.

Közismert a jégmentesítő szerek betont károsító hatása. A CMA oldat semmilyen módon nem károsítja sem a beton szerkezetét, sem az épségét.

Jégmentesítő keverékek

A jégmentesítő alapanyagok (kalcium-klorid granulátum vagy oldat, kalcium-magnézium-acetát) tiszta formájukban fejtik ki a legnagyobb hatást. A gyakorlatban elsősorban gazdaságossági megfontolások miatt elterjedtek olyan **keverékek**, amelyek részben tartalmazzák hatóanyagként a jégmentesítő alapanyagok valamelyikét, részben pedig különböző érdesítő, csúszásgátló anyagokat.

Ez a megoldás egyrészt olcsóbb, másrészt a mechanikai csúszásgátlásnak is vannak előnyei. Ugyanakkor nem szabad elfelejteni, hogy ezen keverékek



hatékonysága alacsonyabb, mint a tiszta hatóanyagé, illetve a csúszásgátlók egy része olvadás után is a felületen marad, takarítani kell, és vannak kellemetlen velejárói (cipőbe ragad, behordják a lábukon az emberek a belső terekbe stb.).

Kalcium-klorid granulátum és érdesítő keverékek

A kalcium-klorid granulátum és **zeolit**, **mészke** vagy **dolomit** keveréke egyesíti a csúszásgátlók és a jégmentesítők tulajdonságait, és kedvező árfekvésű, ugyanakkor hatékony megoldást jelent. A mészke és a dolomit keverékek olcsóbbak, de olvadás után eltakarítandó maradékot képeznek a kezelt felületen. A zeolit előnye nedvszívó képessége, ezáltal elvonja az olvadék egy részét; könnyen eltakarítható (akár magától is képes szétmállani), viszont költségesebb.

A nátriummentes, kalcium-klorid alapú jégmentesítő és a zeolit, a dolomit vagy a mészke keveréke egyszerre fejt ki jégolvasztó hatást, és mechanikus csúszásmentesítést. A hó és jég feloldását a világ leghatékonyabb jégmentesítő anyaga, a kalcium-klorid végzi.

Ezek a keverékek 20%-ban tartalmazznak kalcium-kloridot, és 80%-ban az érdesítő anyagok (zeolit, dolomit, mészke) valamelyikét. Alacsony hőmérsékleten is hatékonyan használhatóak.

Alkalmazásuk, munkavédelmi szabályaik lényegében megegyeznek a tiszta kalcium-klorid granulátumával, azzal a különbséggel, hogy kisebb hatékonyságuk miatt nagyobb mennyiségre van szükség ugyanannyi olvasztó hatás eléréséhez, mint a granulátum esetében.

A kijuttatandó mennyiség a hőmérséklettől és a havazástól függően 40 gramm – 100 gramm /m² között javasolt. A termék környezetbarát, használható növények közelében is.

Zeolit és oldat keverékek

A jégmentesítő keverékek egy részében a jégmentesítő hatóanyag nem kalcium-klorid granulátum, hanem valamilyen oldat. Ebben az esetben az érdesítő anyag általában a zeolit. Az oldat lehet **kalcium-klorid**, **CMA** vagy **formiát oldat**. A zeolit azért alkalmas az oldattal való kezelésre, mert szerkezetéből adódóan képes az oldatot felszívni, és használatkor egyenletesen engedni ki azt. Minden változata nátriummentes, környezetbarát, használható növények közelében is, kifejezetten talajjavító hatása van. Kevésbé hagy maga után takarítanivalót, mint a mészke vagy a dolomit.

Ezek a keverékek úgy készülnek, hogy minden 10 kg zeolithoz adagolunk 2 liter oldatot (kalcium-klorid, CMA vagy formiát oldatot).

A kalcium-klorid oldatos változat olcsóbb, de tartalmaz kloridot, ezért hatékonyabb. A CMA és formiát oldattal kezelt zeolit viszont kloridmentes, korróziómentes, így használható hidakon, fémszerkezetek közelében, díszkő burkolatokon is.

A kijuttatandó mennyiség a hőmérséklettől és a havazástól függően 40 gramm – 100 gramm / m² között javasolt. Ezek az oldatos keverékek kevesebb hatóanyagot tartalmazznak, mint a kalcium-klorid granulátum alapú keverékek, de a zeolit miatt lassabban enged ki a hatóanyagot, ezért körülbelül ugyanannyi mennyiséget kell belőlük kijuttatni.



Pormentesítés

Általános információk

A poros utak és egyéb felületek problémája

A kavicsos, murvás és egyéb burkolatlan utak és egyéb felületek gazdaságos megoldást jelentenek az alacsony járműforgalmú területeken. Az ilyen felületek által okozott porzás viszont légszennyezést okoz, lassítja a növények növekedését, káros az emberi egészségre és számos más nem kívánt hatása van. Bár biztos és tartós megoldást egyedül a burkolás jelent a pormentesítésre, ez egyrészt sokszor anyagi korlátokba ütközik, másrészt bizonyos esetekben (tenispályák, lovardák, építési területek stb.) nem is jöhet szóba.

A tartós pormentesítési, pormegkötési eljárások megfelelő alkalmazásával viszont elfogadható költségszinten, jelentős javulást lehet elérni a porzás terén.

Nemzetközi adatok szerint a burkolatlan utak jelentik a legnagyobb porterhelési forrást, például néhány éves Amerikai Egyesült Államokbeli adatok szerint ötször annyi por kibocsátásáért felelősek, mint a sorrendben következő második és harmadik helyezettek, az építkezések és a szél hatása együttesen.

Egyetlen jármű, ha az év minden napján egyszer végighalad ugyanazon a burkolatlan úton, akár kilométerenként 1 tonna por kibocsátását is okozhatja évente. Ha egy 1 kilométeres útszakaszon átlagosan 100 autó jár minden nap, akkor csak emiatt a szakasz miatt mintegy 100 tonna por kerül a levegőbe évente!

Amikor a finom részecskék por formájában a levegőbe kerülnek, károsodik az út felülete is, és felszínre kerülnek nagyobb, összeállt darabok az út anyagából. Ezeket az áthaladó járművek összetörik, vagy a víz elmossa. Az instabil útfelület egyre durvábbá válik, kátyúk és egyéb úthibák jönnek létre. Ezekben azután víz halmozódik fel, ez behatol az út alapjába, és tovább károsítja azt. Ezenkívül az erodálódott anyagdarabok károsítják a csatornákat és vízelvezető rendszereket. A javítások és a kapcsolódó költségek rendszeressé válnak, és egyre magasabbra rúgnak.

A sikeres pormentesítés lényegesen csökkenti a por által okozott káros hatásokat, és segíti megóvni az utak felületét. Tanulmányok szerint az ilyen eljárások 30-80%-kal képesek csökkenteni a por mennyiségét, és a teljes anyagi kár 25-75%-át elkerülhetővé teszik. Fontos azonban megjegyezni, hogy ezek a kezelések nem véglegesek, és időszakonként meg kell őket ismételni, jellemzően évi 1 vagy 2 alkalom szükséges átlagos viszonyok esetén.

Hol és mikor érdemes pormegkötést alkalmazni a burkolatlan utakon?

Költségek

A költségek elemzésekor figyelembe kell venni a felhasznált anyagnak, a felület előkészítésének és a kezelésnek, kijuttatásnak a költségét. Pénz takarítható meg azzal, ha például csak az út középső csíkját, vagy egyes fontos területeket foltszerűen kezelünk. Tanulmányok kimutatták azt is, hogy a karbantartási, felújítási költségek jelentősen, akár 25-75% közötti mértékben csökkenhetnek a rendszeresen pormentesített utak esetében.



Sebesség

A levegőbe kerülő por mennyisége függ a járművek sebességétől. Ha például az átlagsebesség 65 km/h-ról 55 km/h-ra mérséklődik, akkor a por mennyisége 40%-kal csökkenhet. Ugyanakkor a sebesség mérséklésének kikényszerítése költségesebb és kevésbé hatékonyabb, mint a pormentesítés, ezért a nagyobb átlagsebességű útszakaszok esetén érdemesebb a pormentesítést választani.

Járműforgalom

A nagyon kis forgalmú útszakaszokon valószínűleg nem igazolhatóak a pormentesítés költségei. Általános szabályként olyan utakra érdemes a pormentesítést koncentrálni, ahol átlagosan naponta minimum 30 jármű halad át.

Útszerkezet

A pormentesítés jelentős javulást hoz, és költséghatékony is olyan burkolatlan utakon esetében, amelyek már eleve jó állapotban vannak: megfelelő útkorona, kielégítő vízelvezetés, megfelelő dúsítás, adalékanyagok, jó tömörítettség. A pormentesítés nem képes megoldani az elégtelen tervezés, a hibás kivitelezés vagy a nem megfelelő karbantartás miatt fellépő problémákat. Ilyen esetekben a pormentesítés működhet ugyan, de valószínűleg több anyagot kell felhordani, és a kezelést is gyakrabban kell megismételni.

Elhelyezkedési szempontok

A különálló, foltszerű, speciálisan elhelyezkedő területekre alkalmazott kezelés hasznos lehet ott, ahol a por különösen nagy problémát jelent: lakott területek közvetlen határában, parkolásra használt területeken, játszótereken, útkereszteződéseknél stb. Ilyen foltszerű területeken akkor is érdemes lehet megfontolni a pormentesítést, ha maga az út nem felel meg az egyébként felállított szelekciós kritériumoknak.

Jövőbeni tervek az úttal kapcsolatban

A pormentesítés hasznos lehet, ha a burkolatlan út átmeneti megoldás, és a közeljövőben sor kerül a szilárd burkolásra. A kalcium-kloriddal kezelt útszakaszokról számos tanulmány és gyakorlati példa bizonyította, hogy sokkal jobb alapját képezik a minőségi útburkolásnak.

A kloridok, mint a leggyakrabban használt pormentesítő anyagok

Amikor a pormentesítésre használni kívánt anyagot ki akarjuk választani, akkor a következő alapvető szempontokra, követelményekre kell figyelni:

- természetes környezettel való kompatibilitás,
- könnyű kijuttatási lehetőség a már rendelkezésre álló útkezelő berendezésekkel,
- hatékony pormegkötési képesség,
- tartósság,
- forgalomtűrés,
- a járművekben okozott kár minimalizálása,
- a környékbeli lakosokat mentesítse a veszélyek, illetve a kényelmetlenségek nagy része alól,



- költséghatékonyság.

A kalcium-klorid alapú pormentesítő termékek évente egyszeri vagy kétszeri kezeléssel képesek az egész nyári szezonra megkötni a port burkolatlan utakon, tenispályákon, lovardákban, parkolóknak, és minden olyan felületen, amely kiszáradáskor porzik. Kalcium-klorid oldatot használnak a por ellen például a nagyobb szabadtéri fesztiválok, építkezések, mozifilm forgatások stb.

A **kalcium-klorid** a leggyakrabban használt pormentesítő anyag világszerte, több millió kilométer földúton és más porzó felületen használják ezeket már több, mint 50 éve.

Ezek a higroszkópikus (vizet vonzó) anyagok a levegőben található nedvesség egy részét kivonják, és ezáltal növelik a kezelt felület nedvességtartalmát. Egy kéreg jön létre, amely az apró részecskéket az út felületén tartja. Ráadásul a kalcium-klorid jelentősen csökkenti a párolgás mértékét is, tartósan oldat formájában marad, szorosabbá téve a tömörített útfelületet, erősítve az utat. Ezek a szervesetlen anyagok környezetvédelmi szempontból biztonságosak, és elfogadható áron beszerezhetőek. Pormegkötő teljesítményük függ a hőmérséklettől, a relatív páratartalomtól, a csapadékmennyiségtől, a szélsőséges időjárási körülményektől, forgalomtól és sok egyéb tényezőtől, de általánosságban **6-12 hónapon keresztül** képesek megfelelő pormentesítő hatást kifejteni.

A kezelendő felületre juttatott anyag beszivárog a talaj felső néhány centiméternyi rétegébe. Mivel az oldat higroszkópikus tulajdonságokkal rendelkezik, kivonja a nedvességet a környező levegőből. Ennek hatására enyhén nedves réteget képez a homok- és agyagszemcsék közé. Mivel ez az oldat kevésbé párolog, mint a víz, a nedves réteg még akkor is az út felületén marad, amikor nagyon száraz az időjárás.

Pormentesítésre a magyarországi tapasztalatok szerint a **25-30%-os kalcium-klorid oldat** megfelelő felvitele ajánlott. Használható pormegkötésre a kalcium-klorid granulátum is, ha valamilyen ennek felhordását könnyebb megvalósítani.

A külföldi tapasztalatok, például a skandináv országok gyakorlata alapján egyértelmű, hogy a pormentesítés, amennyiben évről-évre, rendszeresen elvégzik, a kezdeti költségekhez képes néhány év alatt egy alacsonyabb éves összegre csökken, mert felhalmazódik a megmaradó hatóanyag a kezelt területen.

A pormentesítésre használt kalcium-klorid

Jellemzők

- 29%-os relatív páratartalomtól (25 Celsius fokon mérve) kezdi elvonni a levegőből a vizet
- A párolgás mértékét kb. 3,4-edére csökkenti.
- A telített oldat párányomása 77 Hgmm 25 Celsius fokon (minél alacsonyabb ez a nyomás, annál nagyobb mértékű a párolgásnak való ellenállás).
- Lényegesen növeli a részecskék közötti vízréteg felületi feszültségét, ezzel lassítva a párolgást, és a talaj további tömörítését a száradás során.



- A vizes oldat fagyáspontját jelentősen lecsökkenti, így csökkenti a fagyásból eredő tágulás okozta károkat.
- A kezelt útszakasz fagyása nem csak alacsonyabb hőmérsékleten kezdődik meg, de fokozatossá válik, és ritkán megy végbe teljesen.
- A kezelt utak később könnyebben tömöríthetők újra, kevésbé lesznek kitéve a nedvesség és a tömörítettség csökkenésének.

Kockázatok, korlátozások

- Enyhén korrozív az acélra, erősen az alumíniumra és ennek ötvözeteire.
- Az esővíz, különösen az intenzív, tartós esőzés kimossa a vízben könnyen oldódó kloridokat. Megfelelő útkoronával ez a hatás lényegesen csökkenthető, a víz jelentős része nem az út felületén, hanem az oldalán lévő árkokban szivárog el.
- Száraz időszakokban a felfelé irányuló hajszálcsoves hatás miatt a klorid a felszín közelében kikristályosodhat, ahol a hirtelen eső könnyebben el tudja mosni.
- Alacsony az összetartó képessége, a legjobb pormentesítő hatást a megfelelően szilárd, stabil útanyag esetén fejt ki.
- A kalcium-klorid oldat granulátumból történő előállítása komoly hőhatással jár, ezért ha az oldatot a helyszínen keverik be, a személyzetnek fokozottan ügyelnie kell a sérülések elkerülésére.
- Nagy koncentráció esetén a véletlenül kilocsolt oldat kiegészítheti, a növényzetet a napsütés hatására, mert olyan, mintha napközben egyfolytában locsolnánk a növényt.
- Hídpályákon és egyéb kritikus, korrózióra érzékeny tereptárgyakon nem javasolt az alkalmazása.
- A véletlenül kifröccsent oldatot gyorsan le kell mosni, hogy meggátoljuk a foltok kialakulását.

Szállítás, tárolás

- Tárolható épületekben, tartályokban, silókban; levegőtől elzárva, nedves és párás körülményektől kímélve.
- A szilárd kalcium-klorid oldása jelentős hőkibocsátással jár, erre fokozottan figyelni kell a munkavégzéskor.
- A folyékony kalcium-klorid tárolása és kezelése során műanyag tartályok és csövek használata javasolt. Például az üvegszál erősítésű műanyag rezisztens a kalcium-klorid hatásaival szemben.
- Megfelelő műanyag tartályban különleges tárolási kritériumai nincsenek, fedett tárolást nem feltétlenül igényel.
- A túlzott, közvetlen napsugárzástól érdemes távol tartani.
- Figyelemmel kell kísérni az esetleges leülepedést (ez ritkán fordul elő), amit újrakeveréssel lehet orvosolni.
- Az anyag oldat formájában IBC konténerben, tartálykocsiban szállítható és tárolható.
- Szállításkor és kezeléskor figyelembe kell venni korrozív hatását.

Környezeti hatások

- A termék biológiailag nem lebomló, vizes közegben nem halmozódik fel.



- Vízi élőlények esetén nem okoz mérgezést.
- Növényzetre káros hatása nincs, kalcium tartalma miatt egyes növényeknek kifejezetten hasznos.
- A 30%-os oldat formájában bizonyos mértékben korrozív hatású, tehát az épített környezet korrózióra hajlamos elemei vonatkozásában kockázatot jelenthet. Ez a kockázat szakszerű előkészítéssel és felhordással jól kezelhető.

Szükséges mennyiségek, tartósság

- A pormentesítés számos olyan tényező függvénye, mint a kezelendő felület anyaga, vízáteresztő vagy megtartó képessége, az időjárás stb.
- Az itt következő információk az eddigi magyarországi tapasztalatok alapján kerültek összeállításra. A magyarországi pormentesítési szezon **június és szeptember hónapok között tart.**
- Jégeső, ismételt záporok, zivatarok, rossz vízvezetés, rossz rétegszerkezet (ha az oldat gyorsan leszivárog, vagy sokáig tócsákban megáll) esetében a hatékonyság romlik, ilyenkor megismételt kezelésre lehet szükség. A megismételt kezelés során már elegendő csökkentett mennyiséget felhordani.
- Tipikusan évente két kezelésre van szükség a megfelelő eredmény eléréséhez, az időjárási tényezők függvényében egy kezelés is elégséges lehet.
- Első kezelés:
 - **granulátum:** 0,8– 1,5 kg / m²
 - **oldat:** 1,5 – 2,5 liter / m²
- Második kezelésnél az első esetben szüksége mennyiség nagyjából fele szükséges.
- Első kezelés esetén *minimum mennyiség* (nemzetközi, elsősorban svéd gyakorlat alapján): **1,5 liter / m²**
- Magyarországi tapasztalatok (Sziget Fesztivál, filmforgatások stb.) alapján az első kezelés esetén *ajánlott mennyiség:* **2,5 liter / m²**
- *Megismételt kezelés* esetén (ha korábban már kezelték a területet, de valamilyen időjárási vagy egyéb ok miatt újra porzik): **1,0 liter / m²**

A pormentesítő, pormegkötő kezelés

A kezelés időzítése

- A kezelést már melegedő időjárási viszonyok között érdemes végezni, lehetőleg a késő tavaszi vagy kora nyári időszakban, amikor még nem alakult ki jelentős porréteg.
- A kezelést végezzük lehetőleg csapadékmentes időszakban, legalább a kezelést követő 36 óra legyen mentes az erős esőzéstől.
- A hőmérséklet minimum értéke ne essen 5 Celsius fok alá.
- A kezelt felület száraz, vagy enyhén nedves állapotban legyen.
- Magyarországon a késő tavaszi, kora nyári hónapok a legmegfelelőbbek.



Előkészületek

Az útfelületet a kezeléshez nem kell előkészíteni, az oldatot azonnal ki lehet juttatni.

Amennyiben van lehetőség az útfelület javítására, kialakítására, abban az esetben a megfelelő vízvezetés a legfontosabb a kezelés tartóssága szempontjából.

A hatóanyag kijuttatása

- Előnedvesítheti a felületet tiszta vízzel, 0,2-1,5 liter / m² mennyiségben ha van rá lehetősége, ezáltal csökken a felületi feszültség, és kialakul a hajszálcsöves hatás. Ez biztosítja a pormentesítő anyag maximális behatolását, és segíti a felhordás egységességét is.
- A kisebb felületekhez használjon kalcium-klorid granulátumot. A zsákokban könnyebb tárolni az anyagot, és a szilárd kalcium-klorid kiszórásához kevésbé van szükség speciális felszerelésre. A zsákok legyenek vízhatlanok. A nagyobb felületek esetén a könnyebben kezelhető kalcium-klorid oldat ajánlott.
- Szórja ki az anyagot egyenletesen az út felületére. Ha csíkokban halad, akkor legyen 15-30 cm átfedés ezek között, és az út közepére többet hordjon fel, mert ez a rész kapja a legnagyobb forgalomterhelést.
- Ha szilárd kalcium-kloridot szór ki, akkor utána megfelelő mennyiségű vizet kell kijuttatni, hogy a granulátum teljesen feloldódjon.
- Oldat esetében kerülje a megfolyást, és a tócsák kialakulását. Több kisebb szórófejet használjon, ha a felület tömör. Ha a felhordás során bizonyos részek kimaradnak, akkor álljon meg, és adjon az oldathoz vizet, mielőtt újra végigmenne a kimaradt részekben.
- Az oldatot egyenletesen kell a felületre permetezni erre alkalmas permetező, locsoló berendezéssel. Legalkalmasabb az olyan jármű, mely a hátuljára rögzített, az útra keresztben álló sorban több fúvókán keresztül képes az oldatot az útra permetezni. Más oldat szórásához (például téli jégmentesítéshez) használt berendezés a kalcium-klorid oldat esetén is megfelelő.
- Az útszakasz kezelése után lehetőleg várjon néhány órát a használatba vétel előtt, hogy a járművek kerekébe ne ragadjon bele túl sok a frissen kezelt útfelületről. Ha szükséges, ezután tömörítse a felületet.
- Ha szükséges éven belüli második kezelés, ezzel ne várja meg, hogy az első kezelés teljesen elveszítse hatását. Ha az első kezelés tavasszal történt, a másodikra kerüljön sor nyár végén, vagy ősz elején.
- A kalcium-klorid oldatos kezelés során ajánlatos centrifugális szivattyút használni. Javasolt, hogy vastartalmú fémből készült alkatrészei legyenek, például öntöttvas ház és lapát, valamint acél tengely. Továbbá biztosítani kell a szivattyú vízzel történő átmosásának lehetőségét.
- Ügyeljünk az elfolyás, tócsaképződés elkerülésére.
- A szükséges és elégséges oldat megfelelő felhordása előzetes tapasztalatot igényel. Minden felület más és más, a felhordást végző szakember tudja megítélni, hogy megfelelő-e a kezelés, vagy bizonyos részekben azt meg kell ismételni. Ezért fontos a kihordás minőségellenőrzése, minőségbiztosítása.



Munkavédelem

- Munkavégzés közben folyamatos légcserét kell biztosítani. Ennek hiányában légzőmaszk (félmaszk) P2 szűrővel használata szükséges. Védőszemüveg és kesztyű (penetrációs idő 4-8 óra), valamint normál védőruha alkalmazása szükséges.
- Bőrre kerülés esetén mossuk le a bőrt bő szappanos vízzel. Bőrirritáció esetén orvoshoz kell fordulni.
- Szembe jutás esetén azonnal öblítsük bő vízzel legalább 5 percen keresztül, miközben szemhéjunkat ujjainkkal széthúzzuk. Szükség esetén forduljunk orvoshoz!
- Lenyelés esetén itassunk sok vizet. Szükség esetén hívjunk orvost!

Karbantartás

A száraz időszakok során időközönként (néhány hetente) érdemes enyhén vízzel permetezni az utat, hogy a kalcium-klorid higroszkópikus hatása újra aktiválódjon.

A tudásbázis készítése során felhasznált források

- Review of Effects and Costs of Road De-icing with Recommendations for Winter Road Management in the Adirondack Park; Adirondack Watershed Institute Paul Smith's College Routes 86 & 30, P.O. Box 265; Paul Smiths, NY 12970; Adirondack Watershed Institute Report # AWI2010-01 February 2010
- Handbook of Chemistry and Physics, Chemical Rubber Company
- McElroy, AD, CC Chappelow, G Cooper and JA Gall. "Melting and Penetration of Magnesium Chloride and Flake Calcium Chloride Deicers". Transportation Research Board 75th Annual Meeting. January 1996
- SGS Testing Services Data. Unpublished report. 1995
- Chappelow, CC, Ad McElroy and RR Blackburn, "Handbook of Test Methods for Evaluating Deicers". Strategic Highway Research Program, 1992
- Pittsburgh Testing Laboratory. Unpublished Report.
- Standard Test Method for Scaling Resistance of Concrete Surfaces Exposed to Deicing Chemicals. ASTM C 672-91.
- Guide to Durable Concrete, American Concrete Institute, 201.2R-92
- Cody, Robert D, AM Cody, Pg Spry and GL Gan, "Concrete Deterioration by De-icing Salts: An Experimental Study". Chiefly funded by the Iowa Dept. of Transportation, Project # HR-355.
- NAcE Corrosion Data Survey, Metals Section. Third Edition.
- Corrtrol Services. Unpublished Study.
- Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, Lewis RJ SR, Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. Ninth edition. 1998.
- Ministry of the Environment, Province of British Columbia, File: 10-3-3-20: 1990.



- Rase, Thomas J, "Calcium Nutrition Affects Cold Hardiness, Yield, and Gruit Disorders of Apple and Pear Trees". Journal of Plant Nutrition, 19(7), 1996.
- Bogemans, J, L Neirincks and JM Stassart, "Effect of Deicing Chloride Salts on Ion Accumulation in Spruce:. Plant and Soil, 113. 1989.
- Letter from LT Hubbard, Pe, Director of Municipal Liquid and Environmental Waste Branch, Environmental Protection Division, Quebec Ministry of the Environment to the Ministry of Transportation.
- Dust Control on Unpaved Roads, Wisconsin Transportation Bulletin No. 13. 1997.
- Dust Control On Unpaved Roads, MN/RC-9207, by Chunhua Han, PhD, Braun Intertec Pavement, Inc., prepared for the Minnesota Local Road Research Board, St. Paul, MN, March 1992, 39 pp. Available through National Technical Information Services, Springfield, VA 22161.
- Road Dust Suppressants, Vermont Local Roads Program, St. Michael's College, Winooski, VT, 802/655-2000.
- New Dust Control Material Proves Itself, June-August 1995 issue of Milepost, newsletter of the Texas Engineering Extension Service, Local Technical Assistance Program, Transportation Draining Division, College Station, TX. (Reprinted from Technology News, Iowa State University, February 1995.)