

**IZOBRAŽEVALNO RAZVOJNI ZAVOD IZRAZ
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA**

DIPLOMSKO DELO

Peter Ferjan

Ljubljana, november 2012

IZOBRAŽEVALNO RAZVOJNI ZAVOD IZRAZ
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

ZIMSKA SLUŽBA NA LETALIŠČU
CERKLJE OB KRKI

DIPLOMSKO DELO VIŠJEŠOLSKEGA ŠTUDIJA

Peter Ferjan

Mentor: mag. Tadej Markič, univ. dipl. inž. grad.

Somentor: ppk. Igor Skerbiš

Ljubljana, november 2012

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Tadeju Markiču ter somentorju ppk. Igorju Skerbišu za pomoč, nasvete in usmeritve pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se gospodu Branetu Kanklju iz podjetja Aerodrom Ljubljana, d. d., in stot. Slavku Pristajku z Letališča Cerklje ob Krki za strokovno pomoč in razlago njihovih internih dokumentov pri obisku na letališču.

Hvala ge. Ireni Grahek za jezikovni pregled diplomske naloge.

Zahvala gre tudi vsem ožjim sodelavcem ppk. Zoranu Barjaktareviču, stot. Ladislavu Mateliču in stot. Mitji Cotiču, ki so me spodbujali pri odločitvi za nadaljevanje šolanja.

Hvaležen sem ženi Anici, ki me je vseskozi podpirala in mi s tem omogočila uspešen zaključek študija.

POVZETEK

Letališče Cerklje ob Krki je javno letališče s statusom mešanega letališča, glavni namen letališča pa je postati osnovno vojaško letališče Slovenske vojske. Vzletno-pristajalna steza je eden najpomembnejših delov vsakega letališča. Tako so v diplomskem delu predstavljeni zimska služba in vsi postopki, ki so potrebni za zagotavljanje varnosti pri vzletu, pristanku in vožnji letal po manevrskih površinah letališča v zimskem času. Pri tem se ves čas upošteva zakonodaja oz. strogi in natančni predpisi, ki urejajo zračni promet in vse druge aktivnosti na letališčih. V diplomskem delu so obdelana področja: mehanizacija za izvajanje zimske službe, plugi, odmetalniki snega, stroji za čiščenje letaliških stez, posipalniki, posipni materiali in tekočine za razledenitev. Podrobno so predstavljeni postopki in sredstva za čiščenje vzletno-pristajalne steze, postopki pri izbiri posipnih materialov in možni načini njihove uporabe glede na vremenske razmere, njihove dobre in slabe strani, postopki razledenitve in zaščite proti ponovni zaledenitvi, uporaba tekočin za razledenitev in izvajanje zaščite proti zaledenitvi letala. V diplomskem delu sta obdelani tudi varnost pri delu z navedenimi sredstvi in materiali ter dežurna služba na letališču.

Ključne besede: Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije, letališče, vzletno-pristajalna steza, zimska služba, vreme.

Key-words: Ministry of defence of the Republic of Slovenia, airport, runway, winter service, weather.

ABSTRACT

The airport of Cerklje ob Krki is a public airport with the status of a varied airport. The vision of airport development is to become the central military airport in Slovenia for needs of Slovenia armed forces, the Allied Forces as well as for the needs of non-military air traffic. The runway is one of the most important airport parts. Its perfect functioning is a condition for performing the basic tasks of receiving aircrafts and supplying for take-off. In degree dissertation the winter service, runway maintenance is being presented. It also describes the procedures and the technique for winter service. Here, the military as well as the non-military standards form the sphere of air traffic are considered constantly, since the possibility of using the airport also for non-military air traffic will be guaranteed. A properly maintained runway is basic condition for a qualitative logistic supply of the Slovene armed forces as well as others using the Cerklje airport.

KAZALO

1 UVOD	1
1.1 Predstavitev problema	1
1.2 Predpostavke in omejitve	1
1.3 Metode dela	1
1.4 Cilj diplomskega dela	1
2 LETALIŠČE CERKLJE OB KRKI	2
2.1 Opis letališča	2
2.2 Vloga letališča v prihodnosti	3
3 ZIMSKA SLUŽBA	5
3.1 Mehanizacija za izvajanje zimske službe	5
3.1.1 Plugi.....	6
3.1.2 Odmetalniki snega	9
3.1.3 Stroji za čiščenje letaliških stez	11
3.1.4 Posipalniki	13
3.2 Posipni materiali	15
3.2.1 Natrijev klorid – NaCl	16
3.2.2 Kalcijev klorid – CaCl ₂	18
3.2.3 Magnezijev klorid – MgCl ₂	18
3.2.4 Drobljenec	19
3.2.5 Urea 46.....	19
3.3 Tekočina za razledenitev (ADF)	20
3.3.1 ADF I	20
3.3.2 ADF II	20
3.3.3 ADF III	21
3.3.4 ADF IV	21
3.4 Postopki izvajanja zimske službe	25
3.4.1 Čiščenje vzletno-pristajalne steze	25
3.4.2 Posipanje s posipnimi materiali	34
3.4.3 Razledenitev letal	42
4 ORGANIZACIJA DEŽURNE SLUŽBE	54
4.1 Dežurstvo na letališču	54
4.2 Pripravljenost na domu	55
5 SKLEPNE MISLI	56
6 LITERATURA IN VIRI	58

KAZALO PONAŽORIL

KAZALO SLIK

Slika 1: Letališče Cerklje ob Krki	2
Slika 2: Letališče Cerklje ob Krki po obnovi	4
Slika 3: Letališče Cerklje ob Krki po obnovi	4
Slika 4: Varovanje snežnega pluga	7
Slika 5: Čelni snežni plug	7
Slika 6: Klinasti snežni plug	7
Slika 7: Bočni snežni plug	8
Slika 8: Letališki snežni plug	8
Slika 9: Snežni rezkar	10
Slika 10: Snežni rezkar velikih zmogljivosti	11
Slika 11: Vozilo s ščetko in puhalom	12
Slika 12: Vozilo s ščetko in puhalom velikih zmogljivosti	12
Slika 13: Letališki posipalnik	14
Slika 14: Posipalec epoke SIRIUS	15
Slika 15: Krilo letala, zaščiteno z raztopino tipa IV	23
Slika 16: Vzorci tekočin za razledenitev	24
Slika 17: Čiščenje letališke ploščadi z odmetalcem	26
Slika 18: Shema pluženja na Letališču Cerklje ob Krki	27
Slika 19: Čiščenje VPS s plugom	28
Slika 20: Posipanje VPS s kemičnimi sredstvi	29
Slika 21: Tester trenja SKIDOMETER SFT-10	32
Slika 22: Primrznjen sneg in led na krilu letala	42
Slika 23: Čisto krilo, smer zračnih tokov	43
Slika 24: Plast snega ali ledu, smer zračnih tokov	43
Slika 25: Ročno odstranjevanje snega	44
Slika 26: Službe za razledenitev pri delu	45
Slika 27: Delo z enim vozilom za razledenitev	45
Slika 28: Razledenitev	46
Slika 29: Delo z dvema voziloma hkrati	46
Slika 30: Delovna kabina za razledenitev letala	48
Slika 31: Pravilen nanos tekočine za razledenitev na trup letala	50
Slika 32: Refraktometer	50
Slika 33: Skala na refraktometru	51
Slika 34: Varovanje za delo na višini	53
Slika 35: Razledenitev na najvišji točki letala	53

KAZALO TABEL

Tabela 1: Časi zaščite ADF-tekočine tipa I in tipa IV v razmerah zmrzali	22
Tabela 2: Pričakovani časi zaščite ob uporabi ADF- tekočine tipa I.....	22
Tabela 3: Pričakovani časi zaščite ob uporabi ADF-tekočine tipa IV.....	24
Tabela 4: Prioritete čiščenja	27
Tabela 5: Pogoji zaviranja	30
Tabela 6: Ocena pogojev zaviranja.....	31
Tabela 7: Koncentracija raztopin.....	36

SEZNAM KRATIC

ADF – Anti-icing/Deicing Fluid = tekočina za razledenitev in protiledenje

BRZOL – Brigada zračne obrambe in letalstva

HNS – Host Nation Support = podpora države gostiteljice

SV – Slovenska vojska

VPS – Vzletno-pristajalna steza

WGS – World Grid System = svetovni kartografski sistem

LKZP – Letališka kontrola zračnega prometa

LLZ – Localizer = oddajnik smeri

GP – Glide path = oddajnik za določanje drsne poti

VOR – VHF Omnidirection Radio = VHF vmesni radijski oddajnik

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Diplomsko delo obravnava problem izvajanja zimske službe na Letališču Cerklje ob Krki. Letališče Cerklje ob Krki je javno letališče s statusom mešanega letališča. Glavni namen letališča je postati osnovno vojaško letališče Slovenske vojske. Zaradi tega je treba pripraviti osnutek rešitve problema glede organizacije zimske službe. Pri načrtovanju in izvajanju zimske službe se bo morala upoštevati zakonodaja, ki natančno in strogo ureja zračni promet.

1.2 Predpostavke in omejitve

V zvezi z delovanjem zimske službe na Letališču Cerklje ob Krki je malo napisano. Večino gradiva predstavlja interna literatura v obliki konkretnih navodil za delo in kratkih poročil v sredstvih javnega obveščanja. Pri zbiranju gradiva mi je bilo v veliko pomoč osebje čete za delovanje tega letališča.

1.3 Metode dela

V diplomskem delu so bile uporabljene naslednje metode dela:

- metoda analize,
- metoda deskripcije in
- metoda kompilacije.

1.4 Cilj diplomskega dela

Cilj diplomskega dela je zbiranje in predstavitev podatkov o zimski službi na Letališču Cerklje ob Krki, opis delovanja te službe ter predstavitev kemičnih in tehničnih sredstev ter postopkov njihove uporabe.

2 LETALIŠČE CERKLJE OB KRKI

2.1 Opis letališča

Letališče Cerklje ob Krki leži na Krškem polju med rekama Savo in Krko, štiri kilometre zahodno od mesta Brežice, šest kilometrov južno od mesta Krško in dva kilometra severno od vasi Cerklje ob Krki. V okolici letališča je ravnina s polji, južno in severno od letališča pa je gričevnata pokrajina z vrhovi do tisoč metrov nadmorske višine. Na oddaljenosti osemsto metrov severno od vzletno-pristajalne steze poteka avtocesta Karavanke–Bregana A2.



Slika 1: Letališče Cerklje ob Krki

Vir: www.elea.si/arhitektura/letalisce-cerklje-ob-krki-si 2012.

Nekaj splošnih podatkov o letališču iz Letališkega priročnika letališča Cerklje ob Krki:

- referenčna točka letališča je na osi vzletno-pristajalne steze, na oddaljenosti 1211 metrov od praga 09, njene koordinate po WGS' pa so Latitude $45^{\circ} 53' 59.7439''$ N (severne geografske širine) in Longitude $15^{\circ} 31' 48.7412''$ E (vzhodne geografske dolžine),
- nadmorska višina letališča je 153 metrov,
- referenčna temperatura je 25°C v juliju,
- VPS ima oznako 09 – 27, njene dimenzije VPS so 2420 metrov x 44,5 metra z nagibom 0,05 %, površina je betonska z asfaltno prevleko proti drsenju.

Sestavni del letališča so tudi štiri letališke ploščadi, ki so razporejene na južni strani VPS od zahoda proti vzhodu. Zahodna in leva centralna ploščad, ki sta v uporabi, sta prevlečeni z asfaltno prevleko proti drsenju in namenjeni za parkiranje letal ter helikopterjev. Servisna ploščad (desna centralna) je delno v uporabi za potrebe urjenja Letalske šole, vzhodna ploščad pa trenutno ni v uporabi. Servisna in vzhodna ploščad nimata asfaltne prevleke.

Zahodna letališka ploščad je predvidena za parkiranje letal. Na ploščadi je 25 pozicij za parkiranje letal do velikosti letala Pilatus PC-9M. Razdalja med osmi posameznih parkirnih pozicij je 12,3 metra.

Centralna ploščad je namenjena za parkiranje dveh transportnih letal (kritično letalo je C130 Hercules). Parkirni poziciji omogočata samostojno parkiranje letal po sistemu Nose-out, s kotom 42° glede na os vozne steze ploščadi. Preostali del ploščadi je namenjen za parkiranje helikopterjev. Izdelanih je 7 parkirnih mest, dimenzioniranih za tip helikopterja Bell 412. V primeru parkiranja helikopterja AS-532AL Cougar sosednje parkirne pozicije ni mogoče uporabljati, torej so lahko hkrati parkirani največ štiri helikopterji AS-532AL Cougar.

VPS je z letališkimi ploščadmi in parkirnimi mesti za zrakoplove povezana z voznimi stezami, ki so prevlečene z asfaltno prevleko proti drsenju.

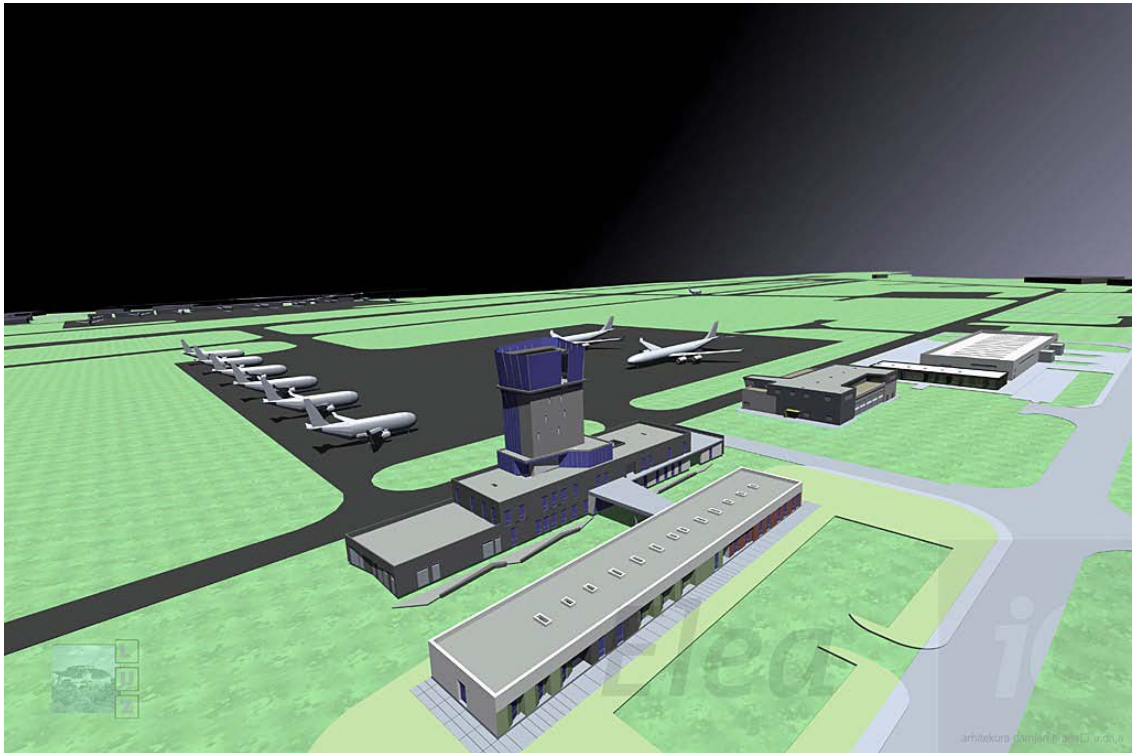
Namembnost letališča

Letališče Cerklje ob Krki je osrednje vojaško letališče SV. Namenjeno je za podporo delovanja enot SV, podporo delovanja letalskih enot zavezništva, podporo države gostiteljice (HNS – Host nations support), delovanje v okviru sporazuma odprtih zračnih prostorov (open skies) in izvajanje zaščite zračnega prostora. Letališče bo po končani prenovi zagotavljalo pogoje za občasno izvajanje strateškega in taktičnega zračnega transporta ter občasni sprejem in oskrbo do eskadrilje lovskih letal zavezništva.

2.2 Vloga letališča v prihodnosti

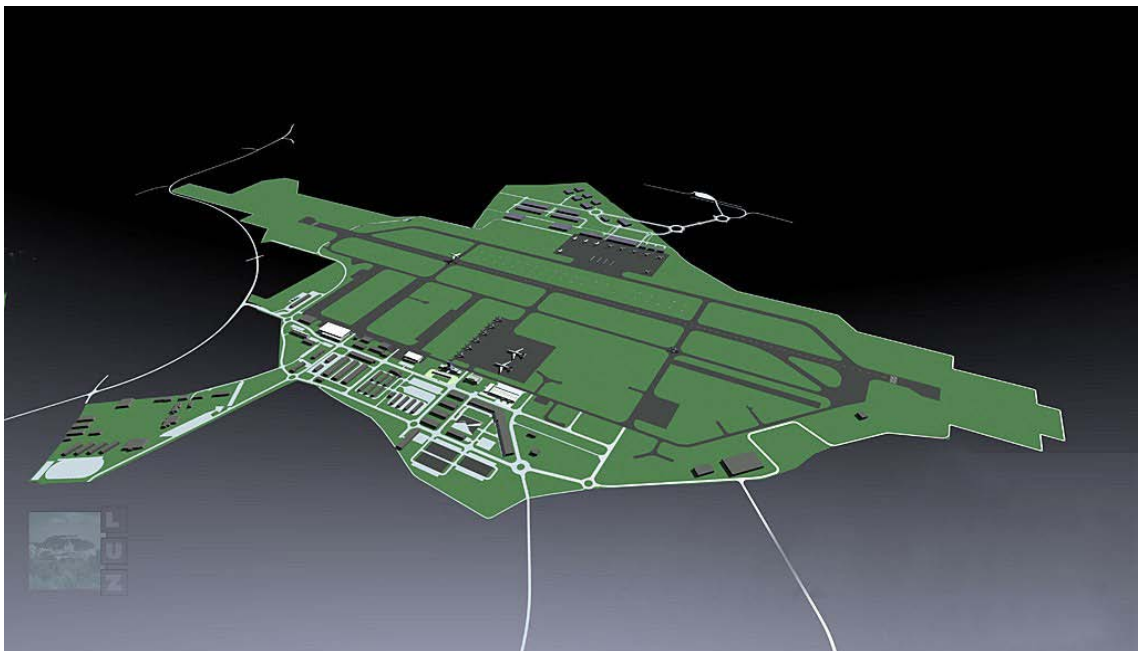
Letališče Cerklje ob Krki naj bi imelo vidno vlogo v jugovzhodnem delu Evrope tako z gospodarskega kot tudi z obrambnega vidika. Tako bo letališče zagotavljalo pogoje za potrebe obrambe, občasno izvajanje strateškega in taktičnega zračnega transporta ter občasni sprejem in oskrbo do eskadrilje lovskih letal zavezništva. Na letališču bodo domovale enote zračne obrambe in letalstva, ki bodo izvajale osnovno in namensko usposabljanje.

Prav tako je načrtovan razvoj letališča za komercialne potrebe, in sicer se izgradnja infrastrukture načrtuje na severni strani VPS.



Slika 2: Letališče Cerklje ob Krki po obnovi

Vir: www.luz.si/letali%C5%A1%C4%8De-cerklje.aspx 2012.



Slika 3: Letališče Cerklje ob Krki po obnovi

Vir: www.luz.si/letali%C5%A1%C4%8De-cerklje.aspx 2012.

3 ZIMSKA SLUŽBA

Lastnik in upravljalec Letališča Cerklje ob Krki je Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije. Obratovalec Letališča Cerklje ob Krki je Brigada zračne obrambe in letalstva (BRZOL), v sestavi katere je 107. letalska baza. Ta baza je zadolžena za organizacijo zimske službe na letališču, izvaja pa jo Oddelek za vzdrževanje letaliških površin, ki je torej izvajalec zimske službe na Letališču Cerklje ob Krki.

Organizacijska shema

BRZOL → LETALSKA BAZA → Četa za podporo letenja → Vod za delovanje letališča → Oddelek za vzdrževanje letaliških površin.

3.1 Mehanizacija za izvajanje zimske službe

Pod pojmom mehanizacija zimske službe razumevamo vso tehniko, ki je na razpolago v podjetjih, ki izvajajo to dejavnost. V Sloveniji so to največkrat cestna in komunalna podjetja in letališke tehnične službe ter njihovi kooperanti.

Razvoj mehanizacije

V človeški družbi so prisotne selitve ljudi že od prvotnih oblik družbe. S tem sta povezana tudi premeščanje blaga in potreba po informacijah. V današnjem času si ne moremo predstavljati življenja brez cestnega prometa, ki je sledil zgodovinskemu razvoju cest. Za neoviran promet je treba poskrbeti tudi v zimskem času, to pa je brez ustrezne mehanizacije nemogoče. Časi, ko je bila lopata glavni pripomoček za odstranjevanje snega, so minili, čeprav je tudi danes v določenih primerih nepogrešljiva. S strmim razvojem tehnologije, ki smo mu priča v zadnjih desetletjih, se razvijajo tudi stroji in naprave za zimsko vzdrževanje cest. Največji napredek nedvomno predstavlja iznajdba motorja z notranjim izgorevanjem in gumijaste pnevmatike. S tem se je začelo povečevati število motornih vozil, posledično pa se je širilo prometno omrežje. Hkrati s tem razvojem je nastala potreba po zimski službi, ki je sprva uporabljala preprosta sredstva, izvajanje zimskega vzdrževanja z njimi pa je bilo zamudno. Promet in tehnika sta v zadnjih desetletjih napredovala bolj kot prej v stoletjih. Z razvojem strojev in večanjem njihove moči so se večale dimenzije naprav za čiščenje snega, z napredkom elektrotehnike pa so se stroji in naprave izpopolnjevali.

Načini odstranjevanja snega

Sneg z vozišč in drugih cestnih objektov ter letališč odstranjujemo na več načinov. V praksi so najpogostejši:

- odiranje s snežnimi plugi,
- odmetavanje z odmetalniki,
- taljenje s topilnimi sredstvi in
- odstranjevanje z odvažanjem.

3.1.1 Plugi

Zaradi prepočasnega in dragega ročnega odstranjevanja snega si v današnjem času ne predstavljamo zimske službe brez uporabe snežnih plugov. Snežni plugi so osnovni del vzdrževanja cest v zimski službi, uporabljamo jih za mehanično odstranjevanje snega s cestišča. Konstrukcijske izvedbe plugov so običajno jeklene konstrukcije z ustrezno rezno in odmetno funkcijo odmetavanja snega.

Ločijo se tako po velikosti oz. po širini pluženja kot po konstrukciji izdelave. Za osnovno funkcijo odstranjevanja snega s cestišča oz. površine, ki jo želimo očistiti, se uporabljajo različni sistemi plugov, od najbolj enostavnih z enim odzivnim segmentom, brez varovanja in mehanskim obračanjem, do plugov z več segmenti in z varovanjem ter elektrohidravličnim upravljanjem iz kabine vozila.

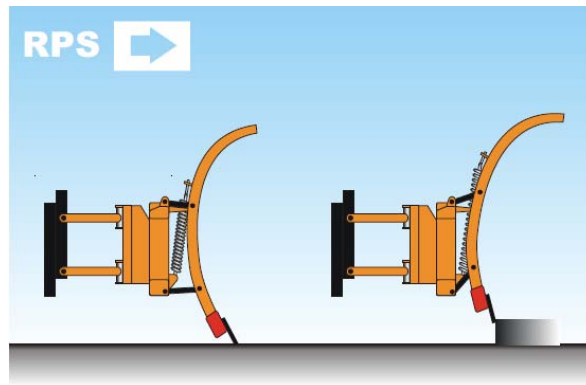
Splošno delimo pluge na:

- čelne (odrivno-odmetalne) in
- klinaste (prebijalne) pluge, ki so lahko vlečni ali potisni.

Krmiljenje pluga se izvaja večinoma hidravlično s koriščenjem osnovne moči hidravlike vozila ali prek dodatnega neodvisnega hidravličnega agregata, ki ga poganja pogonski motor.

Potisni snežni plugi

Potisni snežni plugi so danes najbolj razširjeni, kajti brez njih si odstranjevanja snega ni več moč predstavljati. Njihove čistilne ploskve so nagnjene proti smeri vožnje in površini ceste. Deska pluga je sestavljena iz enega ali več segmentov, vpetih na okvir. Sistemi varovanja pluga povečini temeljijo na elastičnih povezavah med segmentom in nosilnim ogrodjem pluga. Konstrukcija plugov tako omogoča elastično varovanje pluga in posredno tudi vozila. Pritrditev plužnega segmenta na nosilno ogrodje s pomočjo nateznih vzmeti omogoča preskok ovir. Pri naletu na oviro se elastične nihalke ukrivijo, in ko jo segment preskoči, ga te vrnejo v prvotni položaj.



Slika 4:Varovanje snežnega pluga

Vir: www.rikoribnica.com/zimski-program-snezni-plug-rps 2012.

Pluge upravljamo iz kabine vozila, v kateri je nameščen komandni pult za krmiljenje pluga. Komandni pult ima za upravljanje pluga nameščeno ročico in označene smeri, kamor jo premaknemo, da opravimo željeno funkcijo. S posebnim stikalom pa lahko vklopimo tudi plavajoči položaj.

Koničasti snežni plug

Z njim se lahko odstranijo večje plasti snega kot pa s čelnimi snežnimi plugi. Posebno so primerni za prebijanje skozi visok sneg ali snežne zamete. Prednost imajo tudi v ozkih ulicah, v katerih se sneg odstrani z enkratno vožnjo na oba roba čistilne površine.



Slika 5: Čelni snežni plug

Vir: www.rikoribnica.com/zimski-program-snezni-plug-rps 2012.



Slika 6: Klinasti snežni plug

Vir: www.rikoribnica.com/zimski-program-snezni-plug-spv 2012.

Preklopni snežni plug

Nastal je kot posledica vse večjih dimenzij (predvsem širine) snežnih plugov, ki se nemalokrat ujamejo v pasteh, ki jih skrivajo zoženja cestišč. Na avtocestah so to cestninske postaje, na cestah nižjih kategorij pa ozke ulice, mostovi itd.



Slika 7: Bočni snežni plug

Vir: www.rikoribnica.com/zimski-program-snezni-plug-spb-2012.

Letališki snežni plug

Letališki snežni plugi se razlikujejo od cestnih plugov po večjih dimenzijah odrivne deske. Noži odrivne deske so iz umetne mase, imenovane vulkolan. Ti noži so mehkejši in povzročajo manjše trenje med plugom in VPS, to pa pripomore k manjšim poškodbam zaradi pluzenja.



Slika 8: Letališki snežni plug

Vir: www.rikoribnica.com/zimski-program-letaliski-snezni-plug-2012.

Kritična hitrost snežnih plugov

Pri odzivanju snega je ključnega pomena hitrost vozila oz. hitrost odstranjevanja, (odzivanja), saj se na ta način omogoči urejeno in prepreči neurejeno gibanje snega. Kritična hitrost snežnih plugov je pojav, ki nastane pri določeni hitrosti vozila s snežnim plugom. Pri kritični hitrosti pride do urejenega gibanja snega na deski. Pot snežnega delca pri pluzenju je sestavljena iz dveh delov, in sicer iz:

- poti na sami deski in
- sledečega prostega meta.

Ta prosti met je večji, čim višje nad tlemi nastaja, zato je odvisen od hitrosti in smeri izmeta. Pomembna je tudi višina snežne deske, saj omogoča, da se snežni delci dvignejo na višino. Pri tem je poleg sestave snega, trenja med snegom in desko odločilna tudi hitrost snežnega pluga. Pri odstranjevanju snega je zato treba delovati v skladu s kritično hitrostjo. Pri pluzenju s hitrostjo pribl. 15 km/h je kritična hitrost odvisna od stanja snega in oblike deske. Če je hitrost manjša, je gibanje snega neurejeno in s tem je učinek čiščenja slabši. Sneg se sicer odziva, vendar ni pravilno dvignjen in ni odmetan dovolj daleč. Ko je prekoračena kritična hitrost, se kvalitetno odstranjevanje snega šele začne. Praktična hitrost pluzenja se giblje od 40 do 50 km/h. Hitrost je treba prilagoditi razmeram na cestišču in drugim okoliščinam, ki so povezane z varnostjo.

Ob ugodnih vremenskih razmerah dosegamo tudi večje hitrosti pluzenja. Tedaj lahko odmetna dolžina pri večjih plugih preseže dolžino desetih metrov, pod neizogibnim pogojem, da to omogočajo površine na trasi pluzenja (Kranjčič, 1965, str. 46–48). Sneg na ta način odstranimo daleč stran od površin čiščenja, kar se nam obrestuje tako, da se ob robu površine čiščenja ne tvorijo snežni grebeni, ki nam ob zmrzalih onemogočajo nadaljnje razširitve in čiščenja. Neugodno je tudi to, da ob ugodnih vremenskih razmerah oz. ob nenadnem povišanju temperature staljena voda iz teh grebenov teče preko ceste, ki ob ponovnem znižanju temperature zmrzne in tvori nepričakovano poledico. Poljubno hitro pa se snega ne da odstranjevati. Tu obstajajo meje, ki jih postavljajo različno težke razmere na površinah za čiščenje (sneg, poledica), zmogljivosti vozil in – kar tudi ni zanemarljivo oz. nepomembno, je, da pri tem nastanejo morebitne poškodbe tako snežnih plugov, cestne infrastrukture (protihrupne ograje) kot poškodbe lastnih in drugih vozil v javnem prometu.

3.1.2 Odmetalniki snega

Odmetalniki snega so namenjeni za odmetavanje trdega in zmrznjenega snega, ki je zgneten ob cestnih, ograjah, na pločnikih, mostovih, trgih ali robovih letaliških stez, ali pa za natovarjanje snega na tovornjake. Njihova prednost se

pokaže v primerih, kadar ni mogoča uporaba snežnih plugov. To je v primerih visokega snega, snežnih zametov, ko je snežni plug neučinkovit. Slabost, ki jo uporabniki pripisujejo odmetalnikom, je ta, da je dovolj hiter le ob sveže zapadlem snegu, v drugih primerih pa je delo z njim počasno.

Za ta posebna dela sta v uporabi dve različici odmetalnikov:

- čelni rezkar in
- stranski rezkar.

Proizvajalci dajejo več prednosti stranskemu rezkarju, saj je manjši, lažji in bolj pregleden, manj občutljiv za zamašitve cevi za odmetavanje in potrebuje manj vzdrževanja. Pogon je prek pogonske gredi vozila s pomočjo kardanskega prenosa in para konusnih zobnikov. Ima močan hidravlični sistem za dviganje, spuščanje, nastavljanje nagiba in obračanje cevi (360⁰) za odmetavanje. S tem se doseže možnost odmetavanja snega na vse strani. Cev sloni na vrtilnem elementu, ki je popolnoma zaščitena proti vlagi, vodi in zmrzali. Varovanje mehanizma rezkarja je proti mehanskim udarcem in preobremenitvam izvedeno z varnostnim zatičem, ki ob udarcu preseka in loči rezkar od pogonske gredi. Varnostni zatič je na lažje dostopni strani, ki ni v neposrednem stiku s snežno gmoto, tako da je olajšana zamenjava zatiča.

Hitrost premikanja med odmetavanjem snega je treba prilagoditi:

- višini in lastnostim snega,
- potrebni dolžini izmeta in
- stanju površine, ki jo je treba očistiti.



Slika 9: Snežni rezkar

Vir: BRZOL, 2012.



Slika 10: Snežni rezkar velikih zmogljivosti

Vir: www.overaasen.no/visartikkel.asp 2012.

Optimalno hitrost pomikanja reguliramo v odvisnosti od moči pogonskega motorja čistilne glave, pomembno pa je, da motor ni preobremenjen. Obstaja več različnih velikosti snežnih odmetalnikov, od ročnih, primernih za čiščenje pločnikov in stopnic, do takih na gosenicah z delovno višino dveh metrov, v izrednih primerih pa tudi več.

3.1.3 Stroji za čiščenje letaliških stez

Pri čiščenju letaliških stez nujno potrebujemo stroje za pometanje letaliških stez. Tehnična služba ima nalogo, da večkrat dnevno pregleda vzletno-pristajalno stezo in ugotavlja njeno stanje. Na vzletno-pristajalni stezi se pri pristajanju in vzletanju letal naberejo nečistoče, kot so ostanki gum, razne meteorološke usedline (sneg, led) in delci, ki jih letalski motorji pri polnem delovanju ločijo od okolice in ti tako pristanejo na stezi. Vse to lahko povzroči resne okvare na letalskih motorjih in drugih vitalnih delih letalnika. Zato je treba letališko vzletno-pristajalno stezo redno čistiti, še posebej v zimskem času.

Ščetkanje in razpihovanje

Za to nalogo se uporablja hidravlično voden izredno zmogljiv »blower wheel« z zračnim curkom 530 m³/min. Hitrost pretoka zraka je nastavljiva. Aerodinamični

zračni tunel omogoča, da pride zrak v posebno komoro, v njej se segreje in tako s svojo temperaturo suši stezo in odstranjuje ostanke snega. Izhodi zraka se lahko upravljajo s posebno konzolo iz kabine vozila. Krtača je nihajoče nastavljena, da se lažje prilagodi površini. Ima dva hidravlična motorja, ki se enostavno montirata in demontirata. Šestnajst- ali enaindvajsetdelna krtača je izdelana iz jekla ali polietilena.



Slika 11: Vozilo s ščetko in puhalom

Vir: BRZOL, 2012.



Slika 12: Vozilo s ščetko in puhalom velikih zmogljivosti

Vir: www.overaasen.no/visartikkel.asp 2012.

3.1.4 Posipalniki

V uporabi so različne vrste posipalnikov. Sodoben posipalnik mora omogočati potno odvisno posipanje (količina posipanja je konstantna ne glede na hitrost vožnje) z vlaženjem posipnega materiala pri preventivnem posipanju. Pri posipalnikih grede trendi v izboljšanje slike posipanja in kar že nekaj časa v spremljanje posipanja ter z dodatnimi možnostmi glede načina posipanja (npr. količina posipa v odvisnosti od temperature cestišča oz. podlage). Posebnost predstavlja upravljanje posipanja prek GPS-sistema (Global Position System). Za posipanje posipnih materialov je na voljo več naprav, v grobem se delijo na:

- vlečne,
- priključne in
- avtomatske posipalnice.

Vlečni in priključni posipalniki se večinoma še vedno uporabljajo na cestah nižje kategorije in nižje prioritete čiščenja.

Avtomatski posipalniki

Avtomatski posipalniki so sodobni posipalniki, ki so se začeli uporabljati najprej na avtocestah, njihova uporaba pa se širi tudi na preostalo cestno omrežje. Pojavljajo se v več izvedenkah, najbolj razširjena je montaža na tovorni zaboj vozila. Uporabljajo se za posipanje solnega granulata ali za mokro posipanje – s tekočino. Posipanje granulata je izvedeno s posipalnim krožnikom, za izključno mokro posipanje pa uporabljamo tlačne šobe. Posipalnik se lahko montira na priklopno vozilo, poleg zadnje stranice zabojnika za tovor ali v zabojnik za tovor in na šasijo vozila. Možni so trije osnovni pogoni:

- pogon s kamionsko hidravliko ali dodatno hidravlično črpalko,
- z bencinskim ali dizelskim motorjem z notranjim izgorevanjem in
- pogon s sledilnim kolesom.



Slika 13: Letališki posipalnik

Vir: www.rikoribnica.com/zimski-program-posipalnik-letaliski 2012.

Kot vsi stroji imajo tudi avtomatski posipalniki kljub izpopolnjeni tehnologiji prednosti in slabosti.

Prednosti:

- omogoča mokro posipanje,
- z nastavitvijo prek krmilnega pulta omogoča poljubno širino posipanja,
- posipanje izvaja tudi takrat, ko vozilo stoji,
- ima relativno natančno doziranje, ki ga uravnava krmilna elektronika, in
- omogoča možnost prenosa podatkov z mesta posipanja v nadzorno pisarno.

Slabosti:

- visoka nabavna cena in visoki stroški vzdrževanja,
- dimenzije (predvsem višina) in skupna teža vozila s posipalnikom se povečajo, kar negativno vpliva na stabilnost vozila,
- občutljivi so za vlažnost in granulacijo soli, zato pride do zastojev pri delovanju,
- za delovanje posipalnika je potreben dodaten motor (izvedba z motorjem z notranjim izgorevanjem), zato se dodatno porabi gorivo in je hrup večji,
- za polnjenje zabojnika je treba zagotoviti nakladalno rampo oz. silos.



Slika 14: Posipalec epoke SIRIUS

Vir: www.rikoribnica.com/zimski-program-posipalnik-sirius-ast 2012.

Vzdrževanje avtomatskih posipalnikov

Vsi avtomatski posipalniki so pred barvanjem peskani, pocinkani in grundirani, tako so maksimalno zaščiteni pred rjavenjem. Kljub temu pa je priporočljivo, predvsem pri posipanju soli, posipalec pred daljšim mirovanjem oprati z vodo.

Pomembno je tudi, da je sistem vlaženja po uporabi opran z vodo in izpraznjen. Pri daljšem mirovanju, posebno še, ko so temperature še pod lediščem, je treba napolniti sistem z mešanico vode in sredstva proti zmrzovanju ter pognati črpalko tako, da se ta napolni z mešanico. Le redno pregledovanje in takojšnje servisiranje podaljšujeta življenjsko dobo posipalnika in zagotavljata njegovo brezhibno delovanje.

3.2 Posipni materiali

Posipni materiali so ob pripravi izvedbenega programa zimske službe delno že na zalogi na deponijah, preostale manjkajoče materiale pa dobavljajo postopoma glede na potrebe. V praksi se uporablja posipanje z umetnim gnojilom. Deponije posipnih materialov so v skladiščih, ki so v neposredni bližini letališča.

Sol se ne sme posipati na vzletno-pristajalni stezi zaradi varovanja okolja in ker bi sol lahko poškodovala občutljive dele letal. Zato se uporablja umetno gnojilo v kombinaciji z acetati, ki omogočajo uspešno delovanje posipnega sredstva pri temperaturah do -30°C . Za dostopne poti in parkirišča pa se uporabljata sol in kamniti drobljenec.

3.2.1 Natrijev klorid – NaCl

Za posipavanje cestišč se uporabljajo različne vrste NaCl, ki se med seboj razlikujejo glede na način pridobivanja. V naravi je NaCl pretežno v obliki skladov kamene soli, ki so nastali zaradi izsušitve slanih jezer ali delov morja. Industrijsko pridobivanje NaCl poteka danes na tri osnovne načine. Prvi je izkopavanje NaCl v podzemnih rudnikih v obliki suhe soli, ki jo naknadno zmeljejo na želeno granulacijo. Tako pridobljen NaCl se imenuje kamena sol. Pri drugem načinu pridobivanja raztapljajo sklade soli v rudniku z vodo, nastalo slanico vodijo v izparjevalnike, tam voda izpari in z rekristalizacijo pridobijo kemijsko zelo čisti NaCl, imenovan evaporirana sol. Pri tretjem načinu, ki ga uporabljajo predvsem v obmorskih deželah, pa pridobivajo NaCl iz morske vode, ki vsebuje 2,7 do 3,0 utežnega % soli. V poletnih mesecih natočijo morsko vodo v velike bazene, voda ob pripeki izpari, na dnu bazenov pa ostane sol. Velike količine, ki so na voljo v naravi, in enostavni postopki pridobivanja omogočajo, da je NaCl najbolj ekonomičen posipni material med vsemi znanimi talilnimi sredstvi. Čisti NaCl je slabo higroskopska snov, vendar pa že ob manjših količinah vsebovanih nečistoč, še posebej CaCl_2 in MgCl_2 , postane zelo higroskopen in hitro veže vodo. To vodi do sprijemanja delcev v velike aglomerate in tvorbo trde skorje na površini nasute soli, kar povzroča težave pri skladiščenju, nakladanju in posipavanju soli. Za ohranitev sipkosti soli se uporabljajo sredstva proti strjevanju, ki preprečujejo omenjeni pojav. Najbolj poznano in učinkovito sredstvo proti strjevanju je kalijev heksacianoferat, poleg tega pa še natrijev in železov heksacianoferat. (Verbovšek, Judež, Švegl, 2005)

Osnovne značilnosti suhe soli NaCl:

- delovanje do $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- sprejem zračne vlage 75–80 %,
- v stiku z ledom pride do endotermične reakcije (sol odvzema toploto ledu),
- reakcijski čas delovanja je 10 minut pri $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ in 30 minut pri $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ in
- oblika materiala (zrnatost v mejah od 0,1 do 4 mm).

Posipanje s soljo se lahko izvaja na različne načine: lahko posipajo s suhim NaCl, lahko z vlažno soljo (v tem primeru je 70 % suhe soli NaCl, 30 % pa je slane tekočine, v kateri je 20 % suhe soli raztopljene v vodi), lahko pa se uporabi slana tekočina, ki vsebuje 20 % suhe soli in 80 % vode.

Vsak od izbranih materialov in načinov posipanja ima svoje prednosti in slabosti. Prednosti posipanja s suho soljo:

- enostavnost in

- učinkovitost delovanja pri odtajevanju ledu (zrna penetrirajo v globino do površine cestišča, kjer nastane solna raztopina, ki povzroči odstopanje ledu od podlage).

Slabosti posipanja s suho soljo:

- počasno delovanje (potrebuje vodo za delovanje),
- občutljivost za veter,
- velika poraba soli, ker se je veliko odbije od cestišča in pristane zunaj vozišča in s tem bolj obremeni okolje, in
- zahteva počasno vožnjo (35 do 40 km/h).

Prednosti posipavanja z vlažno soljo:

- hitrejše delovanje, ker je sol že vlažna,
- boljša slika posipanja, manj odvisnosti od vetra,
- manjša poraba soli, ker je boljše oprijemanje soli s cestiščem in s tem manjša obremenitev okolja,
- višja hitrost posipanja (40 do 50 km/h) in
- raztopino NaCl lahko nadomestimo z raztopino kalcijevega ali magnezijevega klorida in dosežemo delovanje do -25°C .

Slabosti posipanja z mokro soljo:

- zahteva sodobnejši posipalnik, v katerem se suha NaCl in vodna raztopina NaCl pred posipanjem zmešata, in
- zahteva mešalno napravo za izdelavo raztopine.

Prednosti posipanja s solnico:

- hitrejše delovanje kot pri suhi ali vlažni soli,
- večji ostanek materiala na cestišču,
- manjša občutljivost za stranski veter,
- manjša poraba soli, manjša obremenitev okolja kot pri suhi ali vlažni soli in
- višja hitrost vožnje posipalca (do 90 km/h), zato manjše oviranje ostalih vozil v prometu, pot se prevozi v pol krajšem času kot pri posipanju s suho soljo.

Slabosti posipanje s solnico:

- zahteva namenski posipalnik,
- zahteva mešalno napravo za izdelavo raztopine in rezervoar za skladiščenje pripravljene raztopine in
- v primeru polivanja po ledu se v prvih minutah po polivanju drsnost poveča.

3.2.2 Kalcijev klorid – CaCl₂

CaCl₂ je prozorna sol, ki je zelo higroskopska in tvori različne hidrate. Za taljenje ledu in snega se uporablja CaCl₂, ki nastane kot stranski produkt pri proizvodnji sode – Na₂CO₃ po Solvayevem postopku. Takšen CaCl₂ vsebuje okrog 15–20 utežnih % kristalno vezane vode, v prodaji je označena kot CaCl₂ (77–80 %). Nasičena raztopina s koncentracijo nekaj nad 30 utežnih % ima evtektično točko pri –55 °C, zato je CaCl₂ posebej primeren za taljenje ledu in snega pri zelo nizkih temperaturah. Pri raztapljanju ledu s CaCl₂ (77–80 %) se sprosti okrog 90 kcal/kg toplote, kar zelo ugodno vpliva na proces raztapljanja, še posebej v kombinaciji z NaCl. Pri suhem posipavanju se uporablja CaCl₂ v obliki lusk. Raziskave so pokazale, da je prav luskasta oblika zrn povzročila številne dvome o primernosti uporabe večjih količin CaCl₂ (77–80 %) zaradi vpliva na zmanjšanje torne koeficienta cestišča. Velika higroskopsnost CaCl₂ (77–80 %) povzroča še veliko večje probleme pri skladiščenju, nakladanju in posipavanju, kot se pojavljajo pri NaCl. Treba ga je hraniti izven dostopa zračne vlage v plastičnih vrečah, zaprtih silosih in podobnih napravah. Pri posipavanju ob veliki zračni vlažnosti povzroča mašenje transportnih poti na posipalcih soli. Zaradi težav, ki jih povzroča v praksi, zaradi svoje higroskopsnosti in skoraj trikrat višje cene od NaCl se uporablja za suho posipavanje v zelo redkih primerih, predvsem v mešanicah z NaCl. Največ se uporablja pri pripravi mokre soli FS 30 v obliki 20 utežnih % raztopine. (Verbovšek, Judež, Švegl, 2005)

Osnovne značilnosti suhe soli ali raztopine CaCl₂:

- delovanje do –25 °C in več,
- sprejem zračne vlage 75–80 %,
- v stiku z ledom pride do eksotermične reakcije (sol odda toploto ledu),
- reakcijski čas delovanja je 5 minut pri –5 °C in
- oblika materiala (granule, luske, raztopina).

3.2.3 Magnezijev klorid – MgCl₂

MgCl₂ je prozorna sol, ki obstaja v obliki ionskih kristalov. V naravi ga najdemo kot karnalit (KMgCl₃ x 6H₂O) v nahajališčih kalijevih soli. Tehnični MgCl₂ pridobivamo z izparevanjem odpadnih lugov pri proizvodnji kalijevega klorida. Nastaja v obliki heksahidrata (MgCl₂ x 6H₂O), tako je lahko maksimalna prisotnost suhega MgCl₂ le 47 % MgCl₂, je zelo higroskopen in tvori različne hidrate. Sol, ki se uporablja za posipavanje cestišč, je MgCl₂ x 6H₂O. Nasičena raztopina s koncentracijo okrog 24 utežnih % ima evtektično točko pri –33,5 °C, zato je tudi ta primerna za taljenje ledu in snega pri nizkih temperaturah. Pri raztapljanju ledu se sprosti okrog 15 kcal/kg toplote, to je šestkrat manj kot pri raztapljanju ledu s CaCl₂, vendar še vedno zelo ugodno vpliva na raztapljanje

ledu. Za posipanje je na voljo v obliki lusk. Tudi $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ je podobno kot CaCl_2 (77–80 %) zelo higroskopičen in prav tako povzroča velike težave pri skladiščenju, nakladanju in posipavanju. Treba ga je hraniti v hermetično zaprtih plastičnih vrečah, ker se ob prisotnosti vlage raztopi. Zaradi težav, ki jih v praksi povzroča zaradi svoje velike higroskopičnosti in precej višje cene od NaCl , se tudi $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ uporablja za suho posipavanje le v zelo redkih primerih, ko nastopijo zelo nizke temperature in uporaba NaCl ni več primerna. Veliko primernejši je za mokro soljenje, pri čemer se uporablja za pripravo raztopin soli s koncentracijami okrog 20 utežnih %, ki so primerne za vlaženje suhega NaCl na posipalnem krožniku posipalca. Tehnični $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ skoraj vedno vsebuje določeno količino nečistoč v obliki sulfatnih ionov, kar je za uporabo pri posipavanju cestišč zelo neugodno. Sulfatni ioni v prisotnosti že zelo majhne količine Ca^{2+} ionov in vlage tvorijo sadro ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), ki se izloči v obliki pastozne oborine in zelo rada zamaši transportne poti na posipalcu. Zato pri mokrem soljenju za vlaženje NaCl nikoli ne uporabljamo sočasno raztopin CaCl_2 (77–80 %) in tehničnega $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$. Posipalce je treba vsakič pred zamenjavo raztopine $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ z raztopino CaCl_2 (77–80 %) očistiti, da se izognemo težavam pri mokrem soljenju.

Kalcij magnezijev acetat

Od alternativnih sredstev, ki bi lahko nadomestilo kloride pri zimskem vzdrževanju cest, je kalcij magnezijev acetat najprimernejši. Njegova uporaba je smotrna pri temperaturah od -10 do -28 °C. Njegova prednost je nizka stopnja korozivnosti, manjša škoda na jeklenih in betonskih elementih ter vozilih. Širša uporaba kalcij magnezijevega acetata za potrebe zimskega vzdrževanja cest pa zaradi visoke cene ni ekonomsko upravičena.

3.2.4 Drobljenec

Drobljenec je drobljeni material iz apnenčeve ali dolomitne kamnine, ki se pridobiva v kamnolomu frakcij 4–8 mm in 8–16 mm. Drobljenec mora ustrezati zahtevanim atestom. Za posipanje asfaltnih vozišč uporabljajo frakcijo 4–8 mm samo ali kot mešanico s soljo v določenem razmerju. Za posip makadamskih vozišč se uporablja frakcija 8–16 mm.

3.2.5 Urea 46

Je visoko koncentrirano dušikovo mineralno gnojilo s 46 % dušika. Uporablja se za posip vzletno-pristajalne steze, po potrebi pomešana z alkoholi, zaradi nekorozivnega delovanja na letala. Dozira se kot NaCl , uspešno deluje do -5 °C. Masovna uporaba ni primerna tudi z ekološkega vidika, ker velike količine

povzročijo obremenitev zemlje z dušikom, škodo na rastlinah in obremenjevanje vode.

Alkoholi in glikoli

Ti se uporabljajo predvsem za preprečitev nastanka poledice na vzletno-pristajalnih stezah, na katerih uporaba kloridov ni primerna zaradi visoke stopnje korozivnosti. Nanašajo se kot tekočine z razprševanjem, in sicer s pomočjo opreme za razprševanje. V primerjavi z natrijevim kloridom je topilni učinek alkoholov hitrejši, vendar koncentracija in s tem učinkovitost sredstva zaradi površinskega delovanja zelo hitro padata. Zaradi visokih stroškov in negativnih vplivov na okolje se alkoholi in glikoli običajno ne uporabljajo za preprečevanje poledice na cestah.

3.3 Tekočina za razledenitev (ADF)

Tekočina za razledenitev in protiledenje (ADF – *Aircraft De-icing/Anti-icing Fluid*) je kemična sestavina, ki mora ustrezati kriterijem, ki jih predpisuje Združenje evropskih letalskih prevoznikov (AEA), ter določenim standardom ISO. Osnovna sestavina je glikol, ki vodnim raztopinam zniža tališče. Poleg osnovne komponente so v tekočini še razni dodatki, ki vplivajo na fizikalne in kemijske lastnosti. Poznamo štiri različne tipe tekočine, imenujemo jih tip I, II, III in IV. Sestavine posameznega tipa so različne, bistveno pa je to, da so vsi tipi znani in sprejeti po vsem svetu. Kvalifikacija je opravljena na podlagi SAE-standarda.

3.3.1 ADF I

Je redkejša tekočina, ki vsebuje najmanj 80 % glikola. Vsebuje tudi dodatke za preprečevanje korozije. Ta tekočina se že vrsto let uporablja za razledenitev – za odstranjevanje ledu in snega z letališki površin, vendar daje le kratkotrajno zaščito pred ponovno zaledenitvijo.

3.3.2 ADF II

Je gostejša tekočina, ki vsebuje 50 % glikola. Prav tako vsebuje dodatke za preprečevanje korozije. Poleg tega vsebuje dodatke za zgoščevanje, katerih lastnost tvorjenja tako imenovanega psevdoplastičnega filma dodatno ščiti površino pred ponovno zaledenitvijo ledenjem. Zato se tekočina uporablja za razledenitev in protiledenje, saj v kombinaciji z vročo vodo dobro razleduje in obenem nudi primerno zaščito pred ponovnim ledenjem v času od razledenitve do poleta letala.

3.3.3 ADF III

To je tekočina, ki se uporablja za razledenitev in preprečevanje zaledenitve in omogoča zaščito za daljše časovno obdobje kot tekočine tipa I. Tekočina omogoča boljše aerodinamične lastnosti in so namenjene za uporabo na letalih z nizko hitrostjo (letala s turboprop motorji in velika transportna letala). Tekočina tipa III se lahko uporabi v enostopenjskem postopku ali v kombinaciji s tekočinami tipa II/IV kot del dvostopenjskega razledenitvenega postopka.

3.3.4 ADF IV

Je tekočina zadnje generacije, ki je izdelana na podobni osnovi kot ADF tip II, s tem da še dalj časa zaščiti.

V praksi se uporabljata predvsem tip II in IV, saj segreta dobro razledujeta, sočasno pa je opravljena zaščita pred ponovno zaledenitvijo ledenjem. ADF-tekočina mora zadovoljiti osnovno zahtevo, da kar najbolje in čim dalj časa štiti letalo pred nanosi snega in ledu v najslabših vremenskih razmerah. Da je tekočina primerna za uporabo, morajo biti poleg tega izpolnjene še naslednje zahteve:

- nizko ledišče: tip IV nerazredčen omogoča daljšo zaščito (18 ur),
- negorljivost: tekočini so dodana sredstva za negorljivost – povišana točka plamenišča,
- sposobnost dobrega mešanja z vodo v vseh razmerjih: raztopina mora biti homogena in ne sme spremeniti lastnosti (razen koncentracije),
- primerna viskoznost: tekočina se mora enakomerno razporediti in oprijeti površine letala tako, da jo padavine težko odstranijo. Ob vzletu viskoznost hitro pada in počasi spolzi s površine (pseudoplastičnost). Padec viskoznosti se pojavi ob prečrpavanju tekočin, saj se veriga molekul skrajša, zato lahko uporabljamo samo ustrezne črpalke. Najboljše so membranske ali vijačne, manj ustrezne so batne ali centrifugalne črpalke. Pri pripravi tekočine njena viskoznost ne sme pasti več kot 20 %,
- obstojnost pri višjih temperaturah, segrevanju, shranjevanju oz. skladiščenju; ADF ne sme spremeniti lastnosti vsaj 30 dni pri temperaturi 70 °C,
- nestrupenost: tekočina ne sme biti strupena ali zdravju škodljiva, ob zaužitju glikola pride do tvorbe Ca oksalata v jetrih in onemogoči njihovo delovanje,
- nizka agresivnost do kovin: tekočina ne sme biti agresivna do kovin in barv, zato so dodani zaviralci korozije. Tekočina kot slab prevodnik električnega toka ne bo tvorila galvanskega člana – (elektroliza), kar povzroča korozijo, in
- dobra biološka razgradljivost: tekočino razgradimo s pomočjo mikroorganizmov, ki zmanjšajo biološko potrebo po kisiku. Po približno 5 dneh se tekočina razgradi.

Tabela 1: Časi zaščite ADF-tekočine tipa I in tipa IV v razmerah zmrzali

Zunanja temperatura (OAT)	Tekočina tipa IV Koncentracija ADF/voda (%/%)	Pričakovani zaščitni časi v odvisnosti od zunanje temperature in vremenskih razmer (ure:min)			
		ZMRZAL			
°C		Tip I ^{(1) (2)}			Tip IV
nad -1	100/0	0:35			12:00
	75/25				5:00
	50/50				3:00
pod -1 do -3	100/0				12:00
	75/25				5:00
	50/50				3:00
pod -3 do -10	100/0				10:00
	75/25				5:00
pod -10 do -14	100/0				6:00
	75/25				1:00
pod -14 do -21	100/0				6:00
pod -21 do -25	100/0				4:00

(1) Ledišče izbrane raztopine tipa I/voda naj bo najmanj 10 °C pod trenutno zunanjo temperaturo.

(2) Pri uporabi pod -25 °C upoštevati najnižjo dovoljeno operativno temperaturo tekočine (LOUT). V razmerah zmrzali in pri temperaturah pod -25 °C se tekočina tipa IV ne sme uporabljati.

Vir: www.lju-airport.si/pripone/.../Aircraft_Deicing_Plan_WS201112.pdf 2012.

Opomba: prevod tabele iz angleškega vira, Peter Ferjan.

Tabela 2: Pričakovani časi zaščite ob uporabi ADF-tekočine tipa I

Zunanja temperatura zraka	Časi zaščite ob različnih vremenskih razmerah (ure:minute)						
	Zmrzal	Ledena megla	Sneg zrnat sneg ⁽¹⁾	Ledena sodra ⁽²⁾	Rahel leden dež	Dež na mrzlem mokrem krilu	Ostalo ⁽³⁾
Nad -3 °C	(5)	0:09-0:16	0:03-0:06	0:08-0:13	0:02-0:05	0:01-0:05 ⁽⁴⁾	
-3 °C do -6 °C	(5)	0:06-0:08	0:02-0:05	0:05-0:09	0:02-0:05	OPOZORILO: Časa zaščite ni možno določiti in uporabiti.	
-6 °C do -10 °C	(5)	0:04-0:08	0:02-0:05	0:04-0:07	0:02-0:05		
Pod -10 °C	(5)	0:04-0:07	0:02-0:04				

(1) V primeru rahlega dežja in sneženja uporabiti čas zaščite, ki velja za primere rahlega ledenega dežja.

(2) Če ni možno določiti, ali gre za ledeno sodro, uporabiti čas zaščite, ki velja za primer rahlega ledenega dežja.

(3) Druge vremenske razmere so: močno sneženje, snežna zrna, ledene kroglice, toča, zmeren leden dež in močan leden dež.

(4) Čas zaščite za te vrste vremenskih razmer, pri temperaturi 0 °C in nižje, ne obstaja.

(5) Časi zaščite v razmerah zmrzali so navedeni v svoji tabeli zmrzali.

Vir: www.lju-airport.si/pripone/.../Aircraft_Deicing_Plan_WS201112.pdf 2012.

Opomba: prevod tabele iz angleškega vira, Peter Ferjan.



Slika 15: Krilo letala, zaščiteno z raztopino tipa IV

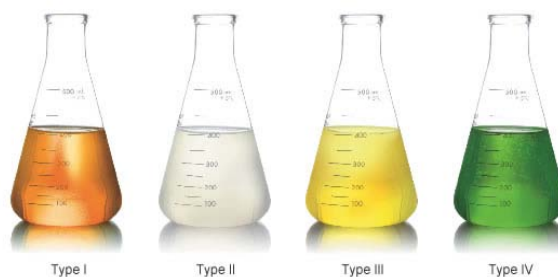
Vir: www.farewellstranger.com/2011/12/ 2012.

Tabela 3: Pričakovani časi zaščite ob uporabi ADF-tekočine tipa IV

ADF-tekočine (ISO) tipa IV									
VREMENSKE RAZMERE							ČAS ZAŠČITE ADF TIPA IV (h:min)		
(°C)	Zmrzal	Ledena megla	Sneg snežna zrna ⁽¹⁾	Ledeno rosenje ⁽²⁾	Rahel leden dež	Dež na mrzlem mokrem krilu	100/0	75/25	50/50
Nad -3 °C	(5)	■					1:20-3:10	1:00-1:45	0:15-0:35
			■				0:35-1:15	0:30-0:55	0:07-0:15
					■		0:45-1:30	0:35-1:05	0:10-0:20
						■	0:25-0:40	0:25-0:35	0:07-0:10
							■	0:10-1:15 ⁽³⁾	0:09-0:35 ⁽³⁾
-3 °C do -14 °C	(5)	■					0:20-1:20	0:25-0:50	
			■				0:25-0:50	0:20-0:35	
					■		0:20-1:00 ⁽⁴⁾	0:15-1:00 ⁽⁴⁾	
-14 °C do -25 °C	(5)				■		0:10-0:25 ⁽⁴⁾	0:10-0:25 ⁽⁴⁾	
		■					0:15-0:40		
			■				1:15-0:30		
Pod -25 °C	Pri uporabi ADF ISO tipa IV pri temperaturah pod -25 °C mora biti ledišče ADF vsaj 7 °C nižje od zunanje temperature. Uporabiti ADF tipa I, če ni možno uporabiti ADF tipa IV.								
<p>(1) Ob rahlem rosenju in sneženju uporabiti čase za »rahel leden dež«.</p> <p>(2) Če ni možna brezpogojna definicija ledenega rosenja, uporabiti čase zaščite za »rahel leden dež«.</p> <p>(3) Čas zaščite za te vremenske razmere, pri temperaturi 0 °C in nižje, ne obstaja.</p> <p>(4) Čas zaščite za te vrste vremenske razmere, pri temperaturi -10 °C in nižje, ne obstaja.</p> <p>(5) Časi zaščite v razmerah zmrzali so navedeni v svoji tabeli zmrzali.</p> <p>Druge vremenske razmere so: močno sneženje, snežna zrna, ledene kroglice, toča, zmeren ali močan leden dež. Za te vremenske razmere časi zaščite ne obstajajo.</p>									

Vir: www.ljuairport.si/pripone/.../Aircraft_Deicing_Plan_WS201112.pdf) 2012.

Opomba: prevod tabele iz angleškega vira, Peter Ferjan.



Slika 16: Vzorci tekočin za razledenitev

Vir: http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2010_q4/2/ 2012.

3.4 Postopki izvajanja zimske službe

3.4.1 Čiščenje vzletno-pristajalne steze

Vsako javno letališče mora imeti pred obdobjem, v katerem so predvideni snežne padavine in hud mraz, v skladu s Pravilnikom o vzdrževanju objektov, opreme in instalacij, pomembnih za varnost zračne plovbe na letališču (Uradni list SFRJ, št. 9-83/1984) in Dopolnili pravilnika o vzdrževanju objektov, opreme in instalacij, pomembnih za varnost zračne plovbe na letališču (Uradni list RS, št. 18-1062/2001) ter ICAO predpisi organizirano dobavo in pripravljeno zadostno količino sredstev za odstranjevanje ledu s površin za premikanje letalnikov po manevrskih površinah letališča. Čiščenje VPS in vozniških stez vodi neposredno dežurni vodja zimske službe. Dežurni vodja zimske službe je ves čas na zvezi z letališko kontrolo zračnega prometa (LKZP). Komunikacija poteka v skladu z veljavnimi navodili in na način, kot je bil dogovorjen za gibanje na manevrskih površinah, in ga morata dosledno upoštevati tako dežurni vodja zimske službe kot letališka kontrola zračnega prometa. Drugi delavci, ki čistijo sneg na teh površinah, praviloma komunicirajo samo z dežurnim vodjem zimske službe in medsebojno. Neposredna komunikacija posameznih delavcev zimske službe z LKZP se uporabi v določenih primerih, ko gre za samostojno čiščenje (npr. odmetalec snega, posipalec ...) na določenih območjih.

Čiščenje se opravlja po uveljavljeni tehnologiji s plugi in krtačami. Greben snega, ki se pri tem nabere, se očisti z odmetalcem snega. Če je snega ob robnih lučeh več, kot je dovoljeno, se izvede strojno ali po potrebi ročno čiščenje območja okoli luči. Po potrebi se izvede posipanje s posipnim materialom. Vrsto in količino posipnega materiala določi vodja izmene glede na vremenske razmere. Grebene in kupe snega je treba z odmetalnikom snega naložiti na tovornjake in odpeljati. Treba se je izogniti kopičenju snega, ker se ta potem topi in zamrzne, to pa lahko povzroči nastanek ledenih plošč.

Prav tako mora vodja izmene pripraviti:

- prioritetni načrt za odstranjevanje snega, ledu, plundre in slane,
- način čiščenja,
- postopke čiščenja,
- sestavo ekip za čiščenje in
- mehanizacijo za čiščenje in sredstva za čiščenje.

Naloge zimske službe na letališču so:

- očistiti sneg z manevrskih in drugih površin,

- začeti čistiti sneg takoj, ko začne snežiti, oziroma najpozneje, ko zapade 15 mm snega in se začne tvoriti brozga, 20 mm mokrega snega oziroma 50 mm suhega snega, in ga kontinuirano čistiti tako, da snežna odeja ni debelejša od zgoraj omenjene,
- z dovoljenimi kemičnimi sredstvi, ki ne povzročajo korozije na konstrukciji letal in na drugih površinah asfalta in betona, odstraniti led,
- redno čistiti odvodne kanale ob manevrskih površinah,
- očistiti sneg okoli robnih svetilk, svetlobne linije na VPS, vozni stezi in ploščadi, višina snega okrog svetil ne sme biti višja, kot je vir sevanja,
- očistiti sneg na zaščitenem delu ob VPS tako, da debelina snega ne presega 30 cm in da na obeh straneh zaščitenega pasu v širini 10 m ne presega 50 cm.

Način in uporabljena sredstva za čiščenje snega in odstranjevanje ledu z VPS pa so odvisni od več dejavnikov:

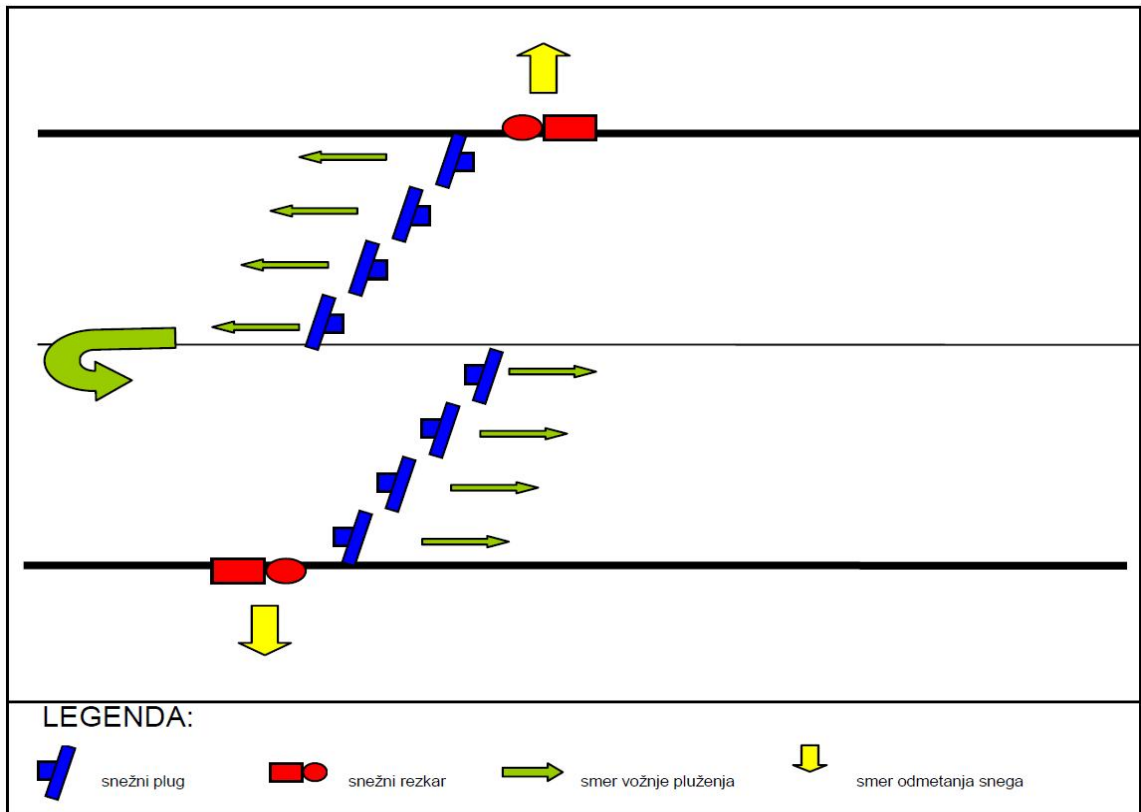
- stopnje vlažnosti in debeline snežne odeje,
- temperature zraka,
- debeline ledenega sloja,
- razpoložljivih tehničnih sredstev in
- razpoložljivih kemijskih sredstev.

Pri izbiri načina in sredstev pa je treba kar najbolj upoštevati ekonomičnost in hitrost čiščenja VPS. Razpoložljiva oprema mora omogočiti čiščenje VPS v realnem času. Slednje je lahko doseženo z nadzorovano in koncentrirano uporabo razpoložljivih vozil. Tako bo mogoče s štirimi namenskimi vozili za čiščenje VPS (ta je širine 45 metrov) le-to očistiti v dveh zaporednih vožnjah. Delovna širina stroja mora biti vsaj 6 metrov, s tem da je upoštevano le minimalno prekrivanje.



Slika 17: Čiščenje letališke ploščadi z odmetalcem

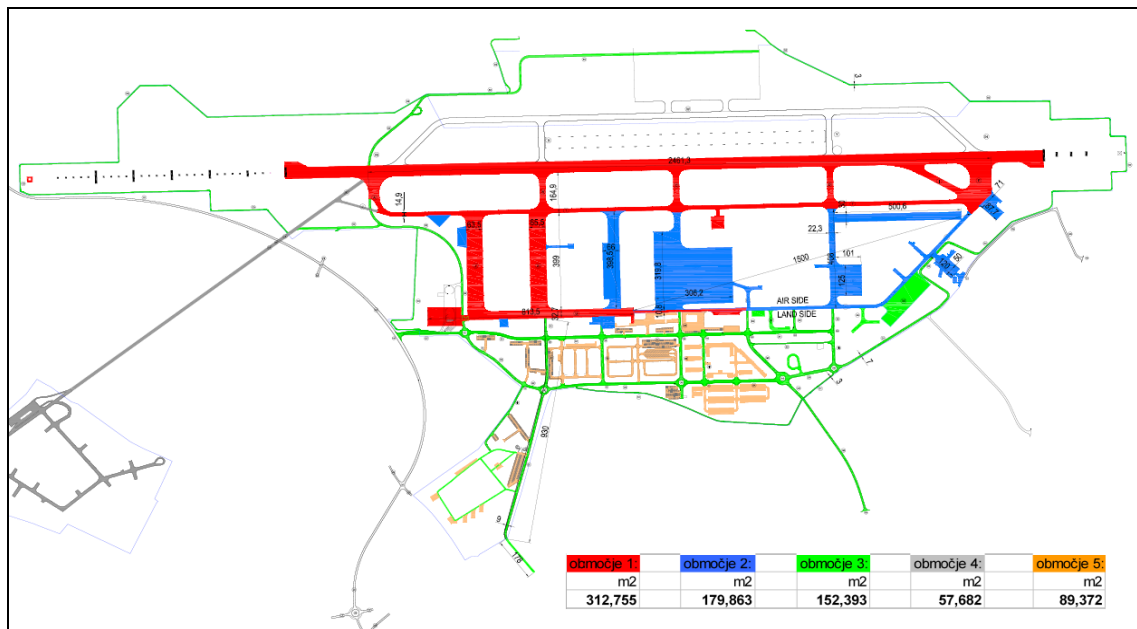
Vir: www.overaasen.no/visartikkel.asp 2012.



Slika 18: Shema pluženja na Letališču Cerklje ob Krki

Vir: BRZOL, 2012.

Tabela 4: Prioritete čiščenja



Vir: BRZOL, 2012.

Rdeča prioriteta čiščenja:

- vzletno-pristajalna steza,
- območje robnih luči,
- priletne in odletne luči,
- obračališče,
- »taxiway« (vozne steze),
- zahodna in leva centralna ploščad.

Modra prioriteta čiščenja:

- povezave in
- parkirišča.

Zelena prioriteta čiščenja:

- vhodna cesta in
- cesta ob ograji.

Oranžna prioriteta čiščenja:

- povezovalne poti in parkirišča.

Siva prioriteta čiščenja:

- povezovalne poti do večnamenskega poligona.

V primeru večjih snežnih padavin zimska služba padli sneg odmetava s snežnim rezkarjem tudi pred čiščenjem s snežnimi plugi. Fino čiščenje snega z VPS se izvaja s ščetkanjem.



Slika 19: Čiščenje VPS s plugom

Vir: BRZOL, 2012.

Podobno, kot se izvaja čiščenje suhega snega, se izvaja tudi čiščenje mokrega snega. Sam postopek čiščenja VPS, prekrite s snegom, je enak, razlika je v tem, da se tu v odvisnosti od temperature uporabljajo tudi sredstva za preprečevanje nastajanja ledu. Takoj, ko svoje delo opravijo plugi in čistilci snega, očiščene površine posušijo s pihalniki zraka in jih po potrebi posipajo s kemičnimi sredstvi za preprečevanje nastajanja ledu. Zelo moker sneg in plundro je najbolje očistiti s ščetko in izpihati s puhalnikom.

Možen pojav v zimskem času je tudi led na VPS. Tudi tega je treba odstraniti s površine VPS. Z VPS se led odstranjuje kemično in mehansko.

Pri kemičnem odstranjevanju ledu je v uporabi kemično sredstvo Urea 46, s katerim se dosegajo najboljši rezultati. Urea 46 je sintetični kisel amid ogljikovodikove kisline (CO/NH_2), ki se lahko uporablja kot sredstvo za odledenitev ali kot sredstvo proti zaledenitvi. Po posipanju se granule uree vtisnejo v led in prodrejo prek ledene plasti do površine VPS ter prekinejo vez med ledeno plastjo in površino VPS. Po kemičnem delovanju uree se led lomi in lažje mehansko odstranjuje s snežnim plugom in ščetkanjem.

Pri odtajevanju ledu z VPS se urea posipa v koncentraciji 25–30 g/m², pri preprečevanju nastajanja ledu na VPS pa se posipava pred ali med padanjem ledenega dežja. Urea najbolj deluje na temperaturah do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Posipavanje se izvaja s posipalcem.



Slika 20: Posipanje VPS s kemičnimi sredstvi

Vir: BRZOL, 2012.

Hrapavost vzletno-pristajalne steze

Letalska varnost je glavni razlog za merjenje hrapavosti oziroma tornosti VPS. Razlogi za meritve tornosti so:

- določiti torne značilnosti VPS v zimskih razmerah,
- preveriti torne značilnosti novih ali obnovljenih stez,
- v rednih časovnih presledkih oceniti tornost steze, ko je mokra, in
- oceniti vpliv na trenje pri slabših drenažnih razmerah.

Pogoji za zaviranje na VPS se preverjajo z merjenjem in izračunavanjem koeficienta trenja. Te pogoje je treba preverjati, ko je VPS delno ali v celoti prekrita s snegom, ledom, plundro, slano ali vodo. Koeficient trenja je merjen vzdolž dveh merilnih črt, vzporednih z osjo VPS, v razdalji 3–10 m z obeh strani osi. Srednja vrednost koeficienta trenja je izračunana na podlagi podatkov, registriranih za vsako sekcijo VPS.

Pogoji za zaviranje se preverjajo vedno, ko nastanejo okoliščine, ki bi lahko vplivale na spremembo koeficienta trenja.

Koeficient trenja se meri z napravami, ki jih predvidevajo standardi Mednarodne organizacije civilnega letalstva (ICAO). Za merjenje koeficienta trenja na površini vzletno-pristajalne steze se lahko uporabljajo kontinualne merilne naprave (skidometer, tester Friston, mikrometer) ali vozilo z diagonalnim zaviranjem. Če je VPS pokrita s steptanim ali suhim snegom, se lahko uporabi naprava za merjenje pojemka (taplesmeter ali Jamesova naprava za merjenje pojemka). Pogoji za zaviranje na VPS, pokriti z ledom in/ali steptanim snegom, so pokazani opisno in z določeno številko, ki ustreza koeficientu trenja. Vrednosti so prikazane v spodnji tabeli:

Tabela 5: Pogoji zaviranja

Izmerjen / izračunan koeficient trenja	Ocene zaviranja	Koda
0,40 in več	dobro	5
0,39–0,36	srednje dobro	4
0,35–0,30	srednje	3
0,29–0,26	srednje do dobro	2
0,25 in manj	slabo	1
nezanesljiv	nezanesljivo ali se ne da izmeriti	9

Vir: Pavement surface conditions (Doc 9137-AN/898), ICAO, Montreal, 1994.

Opomba: prevod tabele iz angleškega vira, Peter Ferjan.

Prav tako je treba preverjati pogoje zaviranja na VPS, pokriti z vodo, in to vsako leto. Preverjanje se izvede tudi ob vsaki spremembi stanja na VPS. Posledica spremembe je tudi sprememba koeficienta trenja. Tu se predvsem predvidevajo spremembe zaradi teksture vozišča, plasti gum letalskih pnevmatik, nanesenega olja ali maziva, možnosti emulzifikacije nanosenih delcev prahu ali pepela.

Tabela 6: Ocena pogojev zaviranja

Izmerjen koeficient trenja – skidometer	Ocena pogojev za zaviranje
0,60 in več	dobro
0,49–0,59	srednje
manj kot 0,49	slabo

Vir: Pavement surface conditions (Doc 9137-AN/898), ICAO, Montreal, 1994.

Opomba: prevod tabele iz angleškega vira, Peter Ferjan.

Poleg ocene pogojev za zaviranje na VPS, pokriti z vodo, je podan tudi podatek o stanju v osrednjem delu VPS, in sicer: vlažna, mokra, luže, vodna plast. Za merjenje koeficienta trenja je na Letališču Cerklje ob Krki predvidena uporaba testerja trenja skidometer SFT-10.

Tester trenja SKIDOMETER SFT T-10

Kot je navedeno v priročniku Airport surface friction tester AB Workshop manual, je tester skidometer SFT-10 merilna naprava, oblikovana za merjenje trenja na VPS v času delovanja, kot pomoč v stalnem letalskem prometu in za namene kalibriranja. Opremljen je s posebnim merilnim kolesom, ki je nameščeno na prikolici. Sile, ki delujejo na merilno kolo, potovalno razdaljo in podatke o hitrosti vnesejo v računalniški sistem, tam se podatki pretvorijo v izračunan koeficient.



Slika 21: Tester trenja SKIDOMETER SFT-10

Vir: www.roadtraffic-technology.com/contractors/test/asft/asft4 2012.

Podatek o koeficientu trenja se digitalno prikazuje na zaslonu. Na voljo so programi za letališke steze za merjenje krogov, ki vključujejo dve nasprotni smeri letališke steze ali eno smer. Možno je izvesti tudi zaporedno merjenje, npr. na več letaliških stezah, kotalnih stezah in platformi za obračanje.

Glavni računalnik zapisuje vse podatke o stezi, hitrost, trenutno in povprečno trenje, leto, mesec, dan in čas. Zapisani podatki se po vsakem merjenju pokažejo na tiskalnem sistemu. Z radijsko povezavo je možno poslati podatke v računalnik v pisarni operativnega vodje ali na drugo ustrezno mesto, uporabnik pa lahko podatke primerja s prejšnjimi meritvami in jih natisne.

Sistem samonamakanja omogoča operaterju, da razprši vnaprej določeno količino vode pred merilno kolo, ko se izvaja test trenja. Računalnik nadzira sistem in operaterja ter lahko proizvaja brezstopenjsko prilagodljivo debelino vodne plasti od nič do 1,5 mm. Tester trenja SFT-10 je nova generacija testerjev trenja, pri katerem je prvi cilj zagotoviti enostavno in učinkovito uporabo ter imeti modularno konstrukcijo hardver in softver opreme. Modularnost hardver opreme se uvaja, da bi bilo enostavneje in ceneje sistem konstruirati, uvesti in vzdrževati. Modularnost softver opreme se uporablja za ohranitev jasnosti in možnosti

testiranja sistema in za omogočanje nadaljnega razvoja sistema z različnimi dodanimi opcijami ali za izvajanje novih ali spremenjenih postopkov merjenja. Nadzorna plošča operaterja se uporablja za nadzor sistema prek uporabniškega menija. Meniji in rezultati meritev so prikazani na LCD-zaslonu, ki prikazuje od štiri do dvajset karakteristik. Grafične podatke je možno tudi prikazati. Postopki za merjenje in kalibriranje so avtomatizirani, kakor je le mogoče. Vsi meritveni podatki so shranjeni v računalniku in jih je možno prikazati na zaslonu in tudi tiskati, če operater to želi. Izmerjeni podatki se iz računalnika prenesejo ob koncu dneva ali ko je vozilo spet v garaži. Zaradi možnosti prenosa podatkov je uporaba papirnatih trakov v avtomobilu odvečna.

Velikost pnevmatike merilnega kolesa je 4.00-8". Merilna pnevmatika služi operativnemu merjenju, je iz materiala ter ima obliko in profil, ki je zelo podoben pnevmatikam običajnega letala. Daje podatke o trenju, ki ustrezajo vrednostim trenja, ki so bile ugotovljene v času trenutnega delovanja letal.

Vertikalno obremenitev 1400N na merilnem kolesu proizvaja hidravlični sistem pod računalniškim nadzorom. Merilno kolo je priključeno na os prikolice z verižnim pogonom. Pogonsko razmerje zagotavlja stalno 12-odstotno drsenje. Ker ima merilno kolo manjši premer kot kolesa prikolice, se ob premikanju vozila veriga najprej nategne. Trenje se izračuna tako, da se merijo sile, ki delujejo na drseče merilno kolo. Merilno kolo je priklopljeno na kolesa prikolice preko verižnega pogona in pogonske gredi v razmerju, ki povzroča, da je hitrost na obrobni strani merilnega kolesa nižja od trenutne hitrosti vozila. Nastalo drsenje ustvari tangenčno silo na obrobno stran merilnega kolesa in merilno kolo bo posledično predmet navora (sila trenja \times polmer merilnega kolesa). Senzor navora pretvori ta navor v analogni elektronski signal. Da bi se težave z analognimi signali drsenja omejile, se signal navora pretvori v glavni računalnik, ki je v vozilu. Potreba po analognem usklajevanju tako odpade.

Običajno obremenitev na merilnem kolesu izvaja hidravlični sistem, ki ga nadzira glavni računalnik. Hidravlični sistem ima dve funkciji:

- spustiti in uvleči merilno kolo s površine steze in
- merilnemu kolesu dovajati določeno obremenitev v času merjenja.

Ko se začne postopek merjenja, se kolo spusti. Ko merilno kolo doseže stezo, se ustvari sila, ki poveča hidravlični pritisk. Senzor vertikalne obremenitve na koncu hidravličnega bata meri to silo. Sam bat je montiran na rebrasto vzmet, ki je pritrjena na zadnjo os avtomobila. Ko obremenitev doseže zaželeno točko (1400N), bo hidravlični sistem zaprl položaj cilindra tako, da zapre pogonski ventil. Ko se to zgodi, je obremenitev na merilnem kolesu konstantna. Vzmet skupaj z akumulatorjem daje merilnemu kolesu skoraj konstantno silo v času

merjenja. Vendar pa se pokažejo majhna nihanja pri obremenitvi kolesa, ker se avtomobil z veliko hitrostjo premika naprej. Senzor vertikalne obremenitve ta majhna nihanja meri na način, da se vrednosti trenja ustrezno popravijo.

Kontrolni sistem hitrosti je napeljan z namenom, da lažje ohranja konstantne hitrosti, ko se izvaja merjenje. To daje vozniku tudi več možnosti, da se koncentrira na varno vožnjo. Glavni procesor aktivira kontrolo hitrosti, ko je zaželeno merilna hitrost dosežena, medtem ko operater pospešuje avtomobil.

3.4.2 Posipanje s posipnimi materiali

Vlažno soljenje

Seveda je pri tehnologiji vlažnega soljenja treba najprej ugotoviti argumente za in proti. V zahodnoevropskih državah so to tehnologijo najprej uvedli v Švici, Avstriji in ZRN, ker gre za alpske države, so tudi klimatske razmere zelo podobne razmeram v Sloveniji. Te države imajo pri uporabi te tehnologije največ izkušenj. Vlažno soljenje ima pred klasično vrsto prednosti, zelo pomembno dejstvo pa je, da klasično tehnologijo posipanja suhe soli samo dopolnjuje in tako predstavlja preskok na višjo kvaliteto raven. CaCl_2 je v obliki vodne raztopine različnih koncentracij, najpogosteje 20 %. S to raztopino se potem omoči suha sol (NaCl) med posipanjem in tako delujeta sočasno. Uporaba kalcijevega klorida predstavlja novo kvaliteto in tehnološko novost pri zagotavljanju prevoznosti cest v zimskem času, običajno od 15. 11. predhodnega leta do 15. 3. naslednjega leta, ko je zaradi specifičnih vremenskih razmer (led, sneg, zmrzal, poledica in druge zimske nevšečnosti) vožnja zelo otežena in ovirana.

Ekološke prednosti CaCl_2 pred NaCl

Zaradi vse ostrejših zahtev naravovarstvenikov v nekaterih okoljih v Zahodni Evropi opuščajo soljenje s klasično soljo (NaCl) in prehajajo na posipanje s kalcijevim kloridom CaCl_2 , obenem pa potekajo intenzivne raziskave o pozitivnih vplivih slednjega. Kalcij je najstarejše znano »umetno« gnojilo tal. Kalcij rahlja tla, torej razkosmiči zemljo in s tem dopušča tudi kloridnim ionom premik navzdol izven območja rastlinskih korenin. Kalcij torej ohranja oziroma ponovno vzpostavlja ravnovesje med elementi v zemlji, poleg tega pa se obnaša do natrija kot antagonist. Ker ga v zemlji izpodriva, rastline ne prevzemajo škodljivega natrija, temveč hranilni kalcij. Poleg tega je za enak učinek treba posuti manj kalcijevega kot natrijevega klorida. Kot sestavina v vodi kalcijev klorid zmanjšuje vpliv drugih strupenih snovi na ribe. V trdi vodi z visoko vsebnostjo apna se zmanjšuje strupenost kalija, svinca, borovih spojin, fenolov, bakrovih spojin, mlečne kisline, živega srebra in cinkovih soli.

Ovrednotenje dosedanjih raziskav vpliva kalcijevega klorida na okolje kaže, da bo stremenje k zaščiti okolja povzročilo večjo uporabo tega sredstva v zimski cestni službi. NaCl in MgCl₂ po mehanizmih ionske menjave odvzameta zemlji kalij in kalcij. Zemlja zaradi tega postane manj sipka, humusni del pa zadržuje manj vlage in hranilnih snovi. Takšni vplivi pa so opazni šele pri koncentracijah natrijevega klorida, večjih od 5,5 g/l raztopine.

Prednosti kalcijevega klorida pred natrijevim kloridom:

- kalcijev klorid se lahko gospodarno uporablja vse do temperatur $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, natrijev klorid pa uspešno deluje le do $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- zaradi svoje lastnosti, da ne kristalizira, ima dolgotrajni učinek, ki je osnova za preventivno posipanje,
- kalcijev klorid pri raztapljanju sprošča toploto, natrijev klorid pa jo porablja,
- taljenje je pri kalcijevem kloridu hitrejše, pri natrijevem kloridu je potrebna najmanj 75-odstotna zračna vlaga in temperatura do $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$, le v posebej ugodnih razmerah do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- ker se CaCl₂ v raztopini dobro oprijemlje cestišča ali vzletno-pristajalne steze, je potrebno manj posipa in s tem privarčujemo posipni material,
- kalcijev klorid preprečuje tvorbo ledenih reber,
- glede na vremenske razmere lahko spreminjamo koncentracijo raztopine kalcijevega klorida ter razmerje med raztopino in suho soljo,
- pri uporabi kombiniranega posipanja lahko izrabimo ugodne lastnosti obeh posipnih materialov, zaradi delnega dopolnjevanja v fizikalno-kemijskih lastnostih se lahko zmanjša skupna količina posute soli,
- pri vlažni soli se oprijemljivost močno poveča, tako da lahko posipamo tudi preventivno in predvsem manjkraj; s tem prihranimo gorivo in material, vozilo pa lahko izkoristimo na drugem odseku.

Pri novi tehnologiji posipanja odpade tudi posipanje s sredstvi za doseganje hrapavosti cestišča. Tako so v določenih vremenskih razmerah vizualni učinki posipanja nedoločljivi. Zato je treba vpeljati tudi merilne metode, s katerimi se bo nadzorovala koncentracija soli na cestišču. S temi metodami se bo lahko povečala učinkovitost posipanja in optimizirala količina posipnega materiala glede na vremenske razmere.

Normativi za posipanje z vlažno soljo so seveda spremenjeni glede na klasično posipanje. Pri tem je treba pojasniti dejstvo, ki je ugotovljeno med preizkušanjem dozirnega sistema za posipanje z vlažno soljo.

Tako je kot element nove tehnologije vlažnega posipanja v sistem vključen tudi mlin za mletje soli na predpisano granulacijo 1–2 mm in sito, ki pred nakladanjem

preprečuje vnos prevelikih delcev in tujkov. Pomemben element nove tehnologije je tehnološka disciplina vseh delavcev, vključenih v proces posipanja.

Način uporabe

Vlažna sol je mešanica suhe natrijeve soli in vodne raztopine kalcijevega klorida različnih koncentracij. Pred posipanjem se zmešata in tako je oprijemanje soli s cestiščem mnogo boljše in posipanje učinkovitejše, zlasti na suhem vozišču. Koncentracija raztopine je razmerje med suhim kalcijevim kloridom in vodo. To razmerje lahko spreminjamo glede na potrebe in vremenske razmere, vendar pa lahko iz tabele 4 vidimo, da bi morali koncentracijo povečati le v izjemno ekstremnih razmerah.

Tabela 7: Koncentracija raztopin

KONCENTRACIJA RAZTOPINE V %	LEDIŠČE RAZTOPINE V °C
20	-18,0
25	-29,4
30	-46,0

Vir: povzeto po Kerin, Branko. 2008 Vzdrževanje in čiščenje letaliških in manevrskih ploščadi na letališčih. Diplomsko delo, Šolski center Novo mesto.

Vidimo, da za normalne razmere, torej do $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, popolnoma zadostuje 20-odstotna raztopina kalcijevega klorida. V izjemno ekstremnih razmerah lahko to koncentracijo povečamo z dodajanjem suhega kalcijevega klorida, ki ga zmešamo z obstoječo raztopino v ustreznih količinah v mešalnih cisternah.

Mešalno razmerje je razmerje med raztopino kalcijevega klorida in suho soljo (NaCl). To razmerje je lahko 30/70, 50/50, 70/30, odvisno pa je od vremenskih razmer. Po tujih ugotovitvah je najoptimalnejše razmerje 30/70, pri tem je 70 % suhe soli in 30 % raztopine kalcijevega klorida, npr. 2,8 kg NaCl in 1 l raztopine CaCl_2 .

Način posipanja

Posipanje s kalcijevim kloridom vsebuje tri načine:

- posipanje suhega kalcijevega klorida,
- posipanje raztopine kalcijevega klorida in
- posipanje vlažne soli, kar pomeni mešanico raztopine kalcijevega in natrijevega klorida.

Vsak od naštetih treh načinov se uporablja glede na vremensko situacijo in stanje na cestišču. Posip s suhim kalcijevim kloridom se uporablja le redko, kadar to zahtevajo temperature, pri tem pa je treba upoštevati tudi relativno zračno vlago. Uporaba čistega kalcijevega klorida je umestna predvsem pri odstranjevanju ledenih reber oziroma kadar odpovedo vse druge metode.

Poudariti moramo, da do ledenih reber ob normalni uporabi posipnih metod z raztopino kalcijevega klorida ali vlažne soli ne more priti. Posip z raztopino kalcijevega klorida je torej najboljša metoda. Pri tem gre za uporabo čiste koncentrirane raztopine brez trdnih sestavin. Ta način posipa popolnoma nadomesti posip z natrijevim kloridom.

Prednosti posipa z raztopino CaCl₂

Znane so naslednje prednosti:

- takojšnje učinkovanje,
- natančno doziranje,
- uporaba do $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ in v vsakem vremenu,
- nobenih izgub zaradi vetra,
- uporablja se lahko preventivno,
- dolg čas delovanja,
- enakomerna porazdelitev po cestišču,
- večji akcijski radij vozil za posipanje in
- posipavanje je neodvisno od jakosti prometa.

Slaba stran tega načina posipavanja je v tem, da je manj primeren za odstranjevanje debelih slojev ledu. Vendar pa ob pravilni uporabi do takšne situacije ne bi smelo priti.

Dolgoročno in še posebej na področju komunale zasluži posipavanje z raztopino CaCl₂ posebno pozornost. Ostane nam še tretji način, to je posipanje z vlažno soljo. Pri tem načinu kombiniramo raztopino kalcijevega klorida in suhega natrijevega klorida. Tako uporabljena kombinacija je pokazala nekatere prednosti pred dosedanjimi posipnimi tehnikami. Po dosedanjih spoznanjih zimskih služb ni mišljena kot absolutna alternativa dosedanjim metodam, temveč kot integrativni del zimske službe. Tako glede na vremenske razmere lahko uporabljamo tehniko posipanja suhe soli, raztopine kalcijevega klorida ali pa vlažne soli. Kot vsaka druga kombinirana metoda tudi ta poskuša odpraviti pomanjkljivosti posameznih metod in izkoristiti prednosti.

Ugotovitve:

- z vlažno soljo se lahko posipava preventivno, ker je oprijemljivost s tlemi zelo dobra,
- ekološka obremenitev okolice ni problematična,
- delovanje je takojšnje, in ker je na razpolago dovolj vlage, je tudi delovanje NaCl optimalno,
- porazdelitev posipnega materiala je skoraj homogena,
- zaradi dolgega učinkovanja je treba posuti manj soli, prihranjeno je delo in zato so tudi stroški za dežurno osebje manjši,
- nočno dežurno službo lahko zmanjšamo na minimum, ker posipanje zvečer zadostuje do jutra,
- pri sneženju ne pride do sprijetja snega s podlago in je odstranjevanje enostavnejše,
- zaradi kombinacije natrijevega klorida in raztopine kalcijevega klorida ima ugodno ekonomsko sliko glede na učinek in
- če izpade posipanje suhe soli, se lahko posipa samo raztopina, torej vožnja ni povsem zaman.

Tehnični predpisi posipanja

Glede na vremensko situacijo se mora prilagoditi tudi način posipanja, ki vključuje količino materiala na enoto površine, razmerje med raztopino in suho soljo in eventualno koncentracijo raztopine kalcijevega klorida pri ekstremno nizkih temperaturah. Upoštevati je treba tudi, ali gre za preventivno posipanje ali za odpravljanje posledic nastale poledice ali kakšne druge oblike za promet nevarne situacije na cestišču.

Preventivno posipanje

Pri tovrstnem posipanju velja skupna količina posutega materiala od 5 do 10 g/m² v razmerju raztopine CaCl₂/NaCl, 30/70. Ta način posipanja naj se uporablja v času, ko se začnejo temperature spuščati pod 0 °C in je na izpostavljenih legah možna poledica kot posledica kondenzacije zračne vlage ponoči (osojne lege, ozke ceste, mostovi ...) ali npr. pršenja iz megle. Preventivno je treba posipati dan pred napovedanimi padavinami. S takšnim posipanjem preprečimo sprijetje snega s podlago kot posledico prometa.

Operativno posipanje

Aktivira se po potrebi glede na stanje cestišča. Možnosti za nastavitev posipnih količin je precej, sicer je skupna posipna doza (g/m²) razmerje CaCl₂/NaCl. Količina posipne doze je omejena med 10 in 20 g/m², razmerje med raztopino in

suho soljo se lahko nastavlja v treh stopnjah 30/70, 50/50 in 70/30. Praktično uporabne koncentracije raztopine pa so med 20 in 30 %. Glede na stanje na cesti se lahko določi vsaka od teh količin posebej. Splošno velja, da je za operativno posipanje predpisana doza 10–20 g/m² in mešalno razmerje 30/70. Pri tem se upošteva temperatura med +2 °C in –10 °C.

Posebni primeri:

1. Temperatura med –5 °C in –15 °C:

- a) preventivno posipanje: doza 15 g/m², mešalno razmerje 50/50,
- b) operativno posipanje: doza 20 g/m², mešalno razmerje 70/30.

2. Temperatura med –15 °C in –25 °C:

- a) preventivno posipanje: doza 15 g/m², mešalno razmerje 50/50,
- b) operativno posipanje: doza 20 g/m², mešalno razmerje 70/30.

3. Padavine:

- a) dež na podhlajeno cestišče, nevarnost poledice, za preventivno posipanje: doza 13 g/m², mešalno razmerje 30/70,
- b) leden dež, operativno posipanje: doza 20 g/m², mešalno razmerje 30/70,
- c) nevarnost sneženja: preventivno posipanje: doza 10 g/m², mešalno razmerje 30/70, operativno posipanje: med sneženjem odstranjevanje snega, po odstranitvi snega posipanje 20 g/m², mešalno razmerje 30/70.

4. Izpostavljena mesta:

- a) osojne lege: preventivno posipanje: doza 13 g/m², mešalno razmerje 30/70,
- b) mostovi: preventivno posipavanje: doza 15 g/m², mešalno razmerje 30/70,
- c) s stalnim vetrom izpostavljena mesta: preventivno posipanje 15 g/m², mešalno razmerje 70/30.

5. Ledene deske

Operativno: posipanje s suhim kalcijevim kloridom, ki penetrira v notranjost ledu in ga loči od podlage. Po ločitvi odstranjevanje s plugom in posipanje: 10 g/m², mešalno razmerje 30/70.

Glede na specifične vremenske situacije v posameznih okoljih je treba te okvirne doze prilagoditi, glede na izkušnje pri tem pa upoštevati tudi meritve, ki jih je treba redno in natančno opravljati.

Varnost pri delu

Kalcijev klorid se ne klasificira kot nevarna in strupena snov. Je sol, je v vodni raztopini, za potrebe zimske službe od 20 do 30 % koncentracije, kot suh je v obliki prahu, lusk, granul ali kristalov kot anhidrid ($> 98 \% \text{CaCl}_2$) ali kot kombinacija hidratov $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$.

Ker je koroziven, je treba kovinske dele po uporabi sprati z vodo. Ne smemo uporabljati aluminijevih zlitin, medenina je odporna (uporaba črpalk, šob, ventilov). Priporoča se uporaba polietilenih materialov. Za delavce je priporočljivo, da nosijo gumijaste škornje in rokavice. Usnje se zaradi higroskopičnosti posuši in otrdi. Na tekstilu sol ne pušča poškodb.

Vplivi soli na okolje

Vpliv kloridov na okolje je odvisen od količine posipa, pogostosti uporabe, oddaljenosti opazovanega območja od ceste, vrste vegetacije v obcestnem okolju in sestave zemlje. Raztopine soli, ki pronicajo v zemljo, vplivajo tako na kemične kot fizikalne lastnosti tal, s tem pa povzročajo škodo na rastlinju v obcestnem prostoru. Natrijev in magnezijev klorid pri večjih koncentracijah jemljeta zemlji kalij in kalcij, zato je zemlja manj sipka in zadržuje v sebi manj vlage in hranljivih snovi. Količina odloženih topilnih sredstev se eksponentno zmanjšuje z oddaljenostjo od ceste. Kanadska raziskava je odkrila poškodbe na vegetaciji do 50 m od cestišča, ki je bilo pozimi vzdrževano s posipanjem soli. Rastlinske vrste, ki so bile bolj občutljive za sol, so vzdolž teh cest izginile. Sol degradira habitate tako, da uničujejo vire hrane, zatočišča in gnezdišča živali. Dodatek proti strjevanju soli je pomemben vir tveganja za okolje, saj lahko povzroči resno onesnaženje vode v okolici cestišč. Kalijev in natrijev heksacianoferat sta v vodi topni snovi, ki zlahka preideta v vodne vire, heksacianoferatne spojine pa se, če so izpostavljene dolgotrajnemu sončnemu sevanju, začnejo razkrajati v proste cianidne ione, ki pri naravnih pogojih hidrolizirajo v hlape in smrtno nevarne molekule kisline HCN.

Vpliv na pitno vodo

Kalcijev in natrijev klorid sta v vodi dobro topna, zato se s padavinami spirata v površinske vode ali pa skozi zemljo pronicata v talno vodo. Kalcijev klorid povečuje trdoto vode, obe soli pa vplivata na okus vode.

Dopustna koncentracija kalcijevega klorida, ki še ne vpliva na okus, je 500 mg/l in je večja, kot je dopustna koncentracija natrijevega klorida, ki znaša 400 mg/l.

V ekstremnih primerih stekanja s pobočij lahko pride do zasoljevanja lokalnih vodnih virov, vendar je pri uporabi mešanice natrijevega in kalcijevega klorida ta nevarnost manjša že zato, ker je celotna poraba ob uporabi CaCl_2 manjša za pribl. 30 %.

Vpliv soli na motorna vozila

Posledica korozivnega delovanja soli in drugih kemičnih sredstev za preprečevanje poledice (predvsem kloridov) se kažejo tudi v poškodbah na karoseriji in nosilnih delih motornih vozil, to skrajšuje njihovo življenjsko dobo in zmanjšuje varnost motornih vozil. Poleg kemičnih sredstev za preprečevanje poledice povzročajo korozijo tudi vlažnost zraka, temperatura okolice, onesnaženost zraka (prah, saje, kisli dež), okrog 40 % skupne korozije na motornih vozilih pa je posledica uporabe kemičnih sredstev za preprečevanje poledice. Korozijo na motornih vozilih v veliki meri posredno povzročajo sredstva za doseganje hrapavosti ceste (drobir iz kamnine). Udarci drobnega materiala na pločevini povzročajo poškodbe laka in izpostavljenost nezaščitene pločevine delovanju korozije. Zaradi uporabe sredstev za doseganje hrapavosti pri zimskem vzdrževanju cest je skrajšanje življenjske dobe motornih vozil ocenjeno na 20 %.

Vpliv soli na prometne objekte

Glavna mehanizma propadanja zaradi prisotnosti soli oziroma kloridov sta predvsem dva: propadanje betonskih in kamnitih konstrukcij zaradi cikličnega zmrzovanja in odtajevanja ob prisotnosti soli ter propadanje betonskih in jeklenih konstrukcij zaradi elektrokemičnih korozijskih procesov na jekleni armaturi betonskih konstrukcij oziroma na jeklenih konstrukcijskih elementih jeklenih konstrukcij.

Zmrzovanje ob prisotnosti soli

Uporaba soli za taljenje na zaledeneli betonski površini povzroči znaten padec temperature na sami betonski površini v procesu taljenja ledu. Razlika v temperaturi površine in notranosti betonske ali kamnite površine ima za posledico povečanje notranje napetosti, ki jo povzročijo razpoke v površinskih slojih. Zaradi teh učinkov je zmrzovanje ob prisotnosti soli znatno bolj destruktivno od zamrzovanja kot takega.

Kristalizacija soli

Podobne poškodbe kot pri zmrzovanju se pojavljajo tudi pri kristalizacijskih procesih soli v plasteh betona in kamna neposredno pod površino. Zaradi

termodinamičnih procesov prihaja v določenih obdobjih do migracije porne vode z raztopljenimi solmi iz notranjosti konstrukcijskih elementov proti prosti površini. Zaradi izhlapevanja porne vode na površini prihaja do rasti kristalov soli v porah neposredno pod površino. Zaradi povečanja notranjih pritiskov v okolici por kot posledica rasti kristalov prihaja do pokanja in luščenja betonske in kamnite površine.

Korozija jekla

Korozija jekla ob prisotnosti kloridov je elektrokemični proces, pri katerem na površini jekla na različnih lokacijah sočasno potekata dve različni reakciji: anodna in katodna. Za potek teh reakcij je poleg vlage potreben tudi kisik. Na anodnih lokacijah poteka raztapljanje jekla in kot stranski produkt nastaja rja. Volumen rje je nekajkrat večji od volumna jekla, to pa v betonskih konstrukcijah povzroča velike pritiske in pojav razpok ter poškodbe krovne betonske površine. Armatura v betonu je pred korozijskimi procesi zaščitena s tankim oksidnim slojem na površini armature ter z alkalnim betonskim okoljem, ki ga zagotavljajo predvsem hidroksilni ioni v cementu. Če kloridi v betonu niso prisotni, se zaščitna oksidna plast obnavlja na mestih nastanka lokalnih razpok. Če pa so v betonu prisotni kloridi, ti preprečujejo nadaljnje obnavljanje zaščitne oksidne plasti okoli armature, zaradi česar se na armaturi začnejo tvoriti anodna in katodna mesta, to pa povzroči korozijo jekla.

3.4.3 Razledenitev letal

V zimskem času je pojav snežnih padavin povsem normalen. Pod vplivom mraza, kondenzirane vlage ali različnih padavin, kot sta sneg in ledeni dež, se na izpostavljenih površinah parkiranih letal formirajo plasti ledu, snega (slika 15), plundre in drugih usedlin.

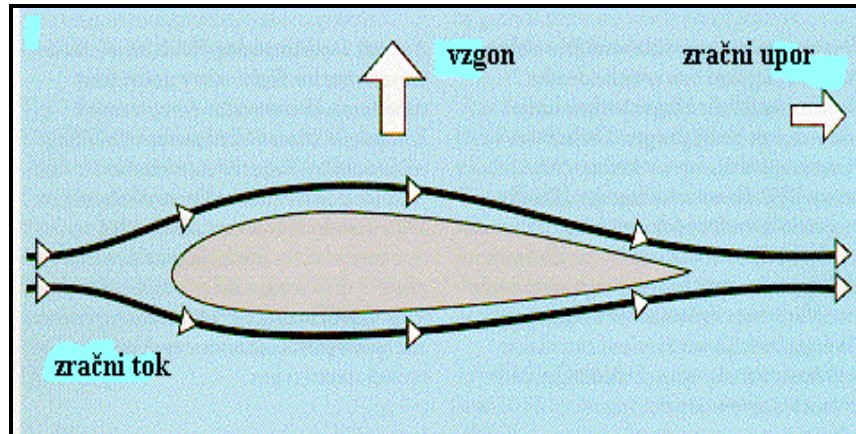


Slika 22: Primrznjen sneg in led na krilu letala

Vir: www.lju-airport.si/pripone/.../Aircraft_Deicing_Plan_WS201112.pdf 2012.

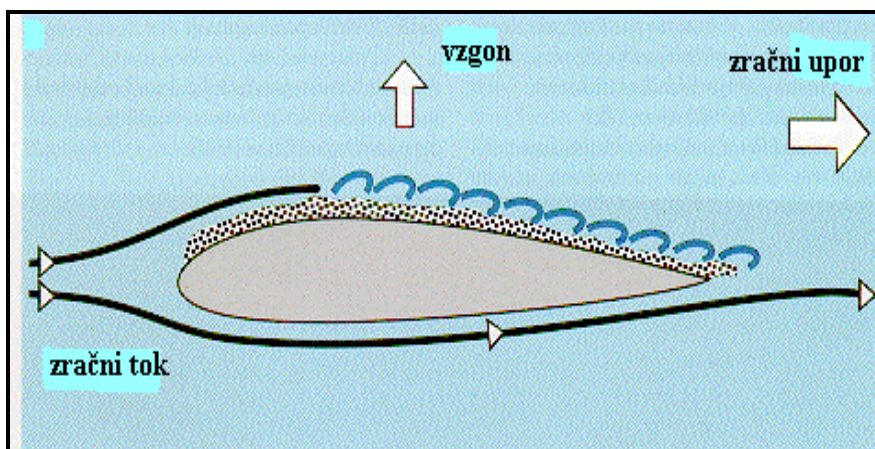
Ti dejavniki povzročajo površinsko hrapavost, ta pa privede do motenj zračnih tokov in do kritične spremembe aerodinamičnih lastnosti letala. Vse to deluje

negativno na vzgon krila in na celotno letalo, saj led na krilu povečuje zračni upor. Navedeni pojavi lahko pripeljejo do zelo nevarnih situacij ali celo do katastrofe. Zato je nujno, da so vse površine letala pred vzletom tudi v zimskem času čiste. To dosežemo s pravilnimi postopki razledenitve in zaščite proti ledenju.



Slika 23: Čisto krilo, smer zračnih tokov

Vir: Aerodrom Ljubljana, Priročnik za razledenitev in protiledenje letal, 2010.



Slika 24: Plast snega ali ledu, smer zračnih tokov

Vir: Aerodrom Ljubljana, Priročnik za razledenitev in protiledenje letal, 2010.

Tehnika čiščenja letal

Osnovni namen in naloga postopkov razledenitve in protiledenja je zagotavljanje čistih aerodinamičnih površin letala, s tem pa omogočanje varnega poteka letalskega prometa tudi v zimskih razmerah. Za opravljanje nalog razledenitve in protiledenja so potrebna posebna oprema in sredstva, katerih tehnične, tehnološke in druge lastnosti morajo ustrezati strogim standardom. Med sredstva in opremo, potrebna za učinkovito opravljanje razledenitve, spadajo:

- tekočina za razledenitev in protiledenje (ADF),
- vroča voda,
- omela, ščetke, vrvi in drugi pripomočki za ročno odstranjevanje snega,
- grelec za letala in
- vozilo za razledenitev in protiledenje.

Kadar so na letalu velike količine snega in ledu, je treba odstranjevanje snega in ledu opraviti izredno pazljivo. Pozornost je treba usmeriti na simetrično obtežitev s snegom oz. ledom, da ne bi pri odstranjevanju prišlo do prevrnitve letala. Neizogibno je, da se odstranjevanje začne najprej na repnih površinah, ker te najbolj vplivajo na spremembo ravnotežja, ter nato, če je le mogoče, sočasno na obeh krilih. Sočasno čiščenje obeh kril se opravlja z dvema voziloma za razledenitev in protiledenje. Tega ni vedno mogoče izvajati, vendar tudi te zahteve niso pogoste. Redke so situacije, ko so nanosi tako veliki, da bi čiščenje samo enega krila v taki meri ogrozilo simetričnost, da bi prišlo do poškodb letala. Ko je plast snega debelejša od 50 mm in ni zmrznjena, se s površine letala odstrani z odgovarjajočimi strgali (gumijasta strgala, metle, ščetke in podobno). Odstranjevanje nanosov snega s škropljenjem tekočine ADF ne bi bilo ekonomično, zato je treba pred uporabo tekočine ročno odstraniti glavnino snega z omeli in ščetkami na dolgih ročajih. S trupa letala se lahko odstrani sneg s posebnimi vrvmi, ki jih vlečejo vzdolž trupa. Pri ročnem čiščenju se mora paziti, da ne poškoduje izbočenih delov na gladki površini letala (antene, pitot cevi, balansni paneli ...).



Slika 25: Ročno odstranjevanje snega

Vir: www.littlerock.af.mil/photos/mediagallery.asp?galleryID=5409&?id=-1&page=2&count=48 2012.

Led in zmrznjen sneg se ne smeta odstranjevati s površin letala z razbijanjem ali s trdimi predmeti, ampak se odstranjevanje izvaja izključno z vročo raztopino

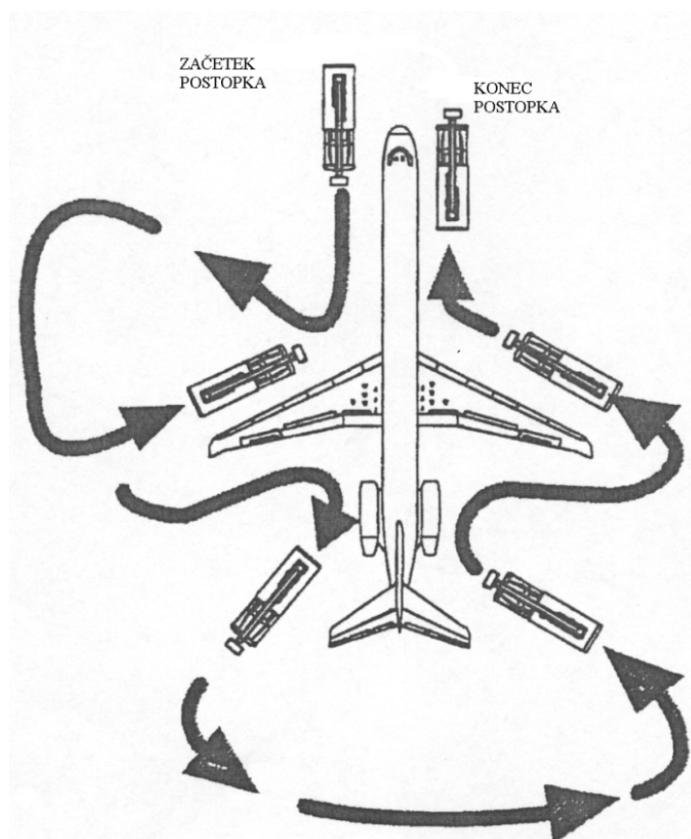
ADF/vodo. Na katerem delu in kako se začeta izvajati razledenitev in protiledenje, je odvisno od več dejavnikov, ki jih moramo upoštevati:

- ali so in kakšne so obloge ledu in snega,
- kakšne so vremenske razmere,
- ali se delata razledenitev in protiledenje z enim ali dvema voziloma,
- ali se razledenitev in protiledenje opravljata z enako koncentracijo ADF,
- izkušnje ekipe, ki izvaja postopek.



Slika 26: Službe za razledenitev pri delu

Vir: Aerodrom Ljubljana, Priročnik za razledenitev in protiledenje letal, 2010.



Slika 27: Delo z enim vozilom za razledenitev

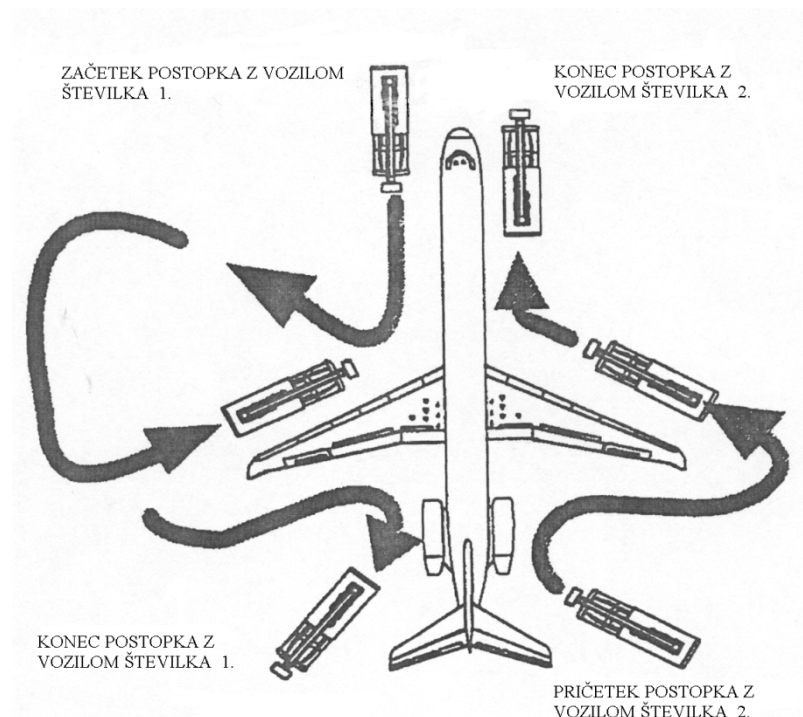
Vir: Aerodrom Ljubljana, Priročnik za razledenitev in protiledenje letal, 2010.

Če se razledenitev in protiledenje letala ne opravljata z isto koncentracijo ADF, vremenske razmere pa so neugodne (izredno nizka zunanja temperatura, dež, sneg in podobno), se mora protiledenje izvesti čim prej po razledenitvi, če je treba, tudi po segmentih (npr. repne površine, trup, levo krilo, desno krilo). Najbolje je, da se v takih primerih za postopek uporabita dve vozili.



Slika 28: Razledenitev

Vir: Aerodrom Ljubljana, Priručnik za razledenitev in protiledenje letal, 2010.



Slika 29: Delo z dvema voziloma hkrati

Vir: Aerodrom Ljubljana, Priručnik za razledenitev in protiledenje letal, 2010.

Varnostni ukrepi

Pred opravljanjem razledenitve in protiledenja morajo biti zagotovljeni naslednji pogoji:

- letalo mora biti pripravljeno glede na navodila proizvajalca (motorji ugasnjeni ali v prostem teku, odprtine za APU, klimo itd. morajo biti zaprte),
- zaprta morajo biti vsa vrata za potniške in tovarne prostore in
- vsa sredstva za oskrbo letal se morajo umakniti.

Med postopkom moramo paziti, da tekočine ne brizgamo direktno v:

- odprtine motorjev in druge priključne odprtine,
- odprtine APU in klimatskih naprav,
- ventile razervoarja za gorivo,
- pitot cevi in detektorje,
- odprtino statičnega pritiska in
- okna pilotske in potniške kabine.

Curek pod pritiskom se ne sme brizgati v obliki »satja«. Po opravljeni razledenitvi in protiledenju je treba odstraniti ADF z okna pilotske kabine, tako da se pilotu omogoči normalna vidljivost.

Postopek razledenitve in protiledenja se ne sme opraviti samo na enem krilu ali na eni strani repnih površin, ker bi se s takim postopkom bistveno spremenila simetrija vzgona in nevarno ogrozila varnost letala.

Postopek razledenitve in protiledenja se ne sme izvajati, če je hitrost vetra večja od 14 m/s. Postopek razledenitve in protiledenja se ne sme začeti, če v vozilu ni zadostne količine ADF in vode. Operativni vodja razledenitve sam oceni, ali je količina in temperatura raztopine v vozilu zadostna, tako da bi lahko postopek razledenitve in protiledenja opravil na celem letalu, brez vmesnih prekinitev. Če oceni, da bi lahko med postopkom zmanjkalo raztopine sredstva za razledenitev, je bolje, da ne začne delati, temveč prej dopolni sredstva.

Sneg in led s podvozja in zavor letala se praviloma odstranita z vročim zrakom. Če se odstranjevanje snega s podvozja opravi s pomočjo tekočine, se mora tekočina nanašati izredno pazljivo, tako da se sredstva za mazanje ne odstranijo. Zaradi varnosti letala se dogrevanje ADF in vode v vozilu ne sme opravljati na ploščadi.

Zaradi čim večjega učinka se tekočine nanašajo tik ob površini oplata, s čimer se zmanjšajo toplotne izgube. Toplota v tekočini učinkovito stali vso zmrzal in tanjše obloge snega, snežne brozge in ledu. Za težje nanose je potrebna toplota, da razbije vez med zmrznjeno oblogo in konstrukcijo; nato se uporabi hidravlična sila pršenja tekočine, da se ostanek odplakne. Tekočina za razledenitev za nekaj časa prepreči ponovno zamrzovanje, odvisno od oplata zrakoplova in temperature okolja, uporabljene tekočine, koncentracije mešanice in vremena.



Slika 30: Delovna kabina za razledenitev letala

Vir: www.globalgroundsupport.com/topic/airplus.aspx 2012.

Splošni postopek razledenitve in protiledenja

Splošni postopek pri razledenitvi: šoba mora biti nastavljena tako, da je pršenje v obliki strnjenegega stožca (pahljače). Tako je vzorec kapljic največji, kar jih je na voljo, in v tekočini se zadrži največ toplote. Če se tekočina nanaša tik ob površini oplata letalnika, je potrebna zelo majhna količina tekočine, da se obloga stali.

Lokalna odstranitev zmrzali na krilu

Kadar je zmrzal omejena le na manjšo krpo na zgornji površini krila ter ni padavin in se tudi ne pričakujejo, se lahko opravi samo »lokalna razledenitev«. Na prizadeto površino razpršimo ogreto mešanico tekočine z vodo, primerno za postopek v eni fazi, potem se oškropi enaka površina še na drugem krilu. Obe krili morata biti obravnavani enako (enake površine, enaka količina in vrsta tekočine, enaka koncentracija mešanice), čeprav je zmrzal samo na enem krilu. Usposobljeno kvalificirano osebje se mora ob sprostitvi letalnika prepričati, da je bil postopek izveden simetrično in da so bile vse zmrznjene obloge odstranjene, ter o postopku podrobno poročati vodji letalnika.

Pri letalih z motorji na propeler je prepovedano opravljanje razledenitvenega postopka, dokler motorji delujejo. Sneg s propelerja motorja se mora odstraniti ročno in propeler motorja se mora pred zagonom tudi zaščititi. Curek tekočine se ne sme usmeriti – brizgati direktno v vstopnike kakor tudi ne v izpušne šobe. Pri

turbinskih potisnih motorjih se razledenitev letala lahko opravlja tudi takrat, ko so motorji prižgani, vendar morajo delovati z minimalno močjo.

Odstranjevanje snega s trupa letala

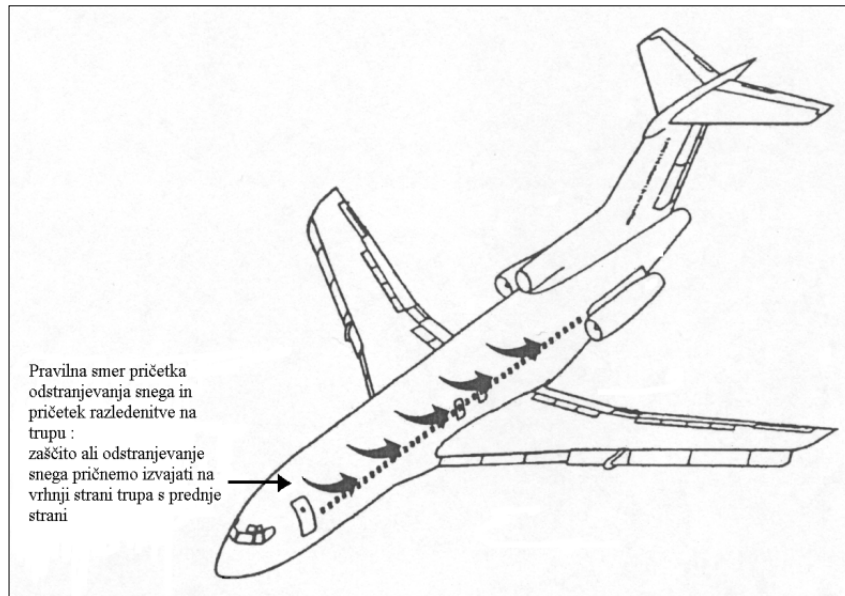
Ko se na letalu nabere nad 50 mm debela plast svežega snega, ga pred škropljenjem ročno odstranijo z vrvmi in ščetkami. Sneg se z višjih površin letala (trup, rep) odstranjuje s pomočjo vozil, ki imajo odprto košaro. Pri delu je treba upoštevati naslednje varnostne napotke:

- če voznik meni, da dostop do letala ni varen (prevelike količine snega okoli letala), ne sme začeti delati,
- z vozilom se letalu približa s spuščeno košaro,
- pred letalom ustavi, košaro dvigne na delovno višino in se počasi približa letalu,
- prepovedana sta sočasno dviganje/spuščanje delovne košare in vožnja vozila; ob gibanju vozila mora košara mirovati in obratno,
- upoštevati mora varnostno razdaljo 2 m in
- delavec v košari mora uporabljati varnostni pas in zaradi svoje varnosti ne sme zapustiti košare.

Trup letala je treba očistiti snega in ledu zaradi teže in aerodinamičnih lastnosti. Razledenitev je treba opraviti pred začetkom gretja notranjosti trupa, ker se tako izognemo taljenju in ponovnemu ledenju. Nujno se odstrani ves sneg z radarske kupole, da se ne bi snežni prah pri premikanju vračal na okna pilotske kabine in motil vidljivost pilota. Topla tekočina se nanaša na najvišjo točko trupa letala, da se tekočina ohladi, preden pride do oken.

Odstranjevanje ledu

Za ločevanje sprijetega ledu od podlage se uporabi ogreta tekočina. Metoda je osnovana na visoki toplotni prevodnosti kovinske oplata. Curek vroče tekočine se pod kotom 90° točkovno usmeri na ozko območje, dokler se ne pokaže oplata letalnika. Oplata letalnika potem prenaša toploto s strani v vse smeri in dvigne temperaturo nad zmrzišče, zaradi česar zmrznjena masa odstopi od površine letalnika. Po nekajkratni ponovitvi postopka odstopi velika količina zmrznjenega snega ali sprijetega ledu. Obloge se lahko potem odplaknejo z rahlim ali močnim curkom, odvisno od njihove debeline.

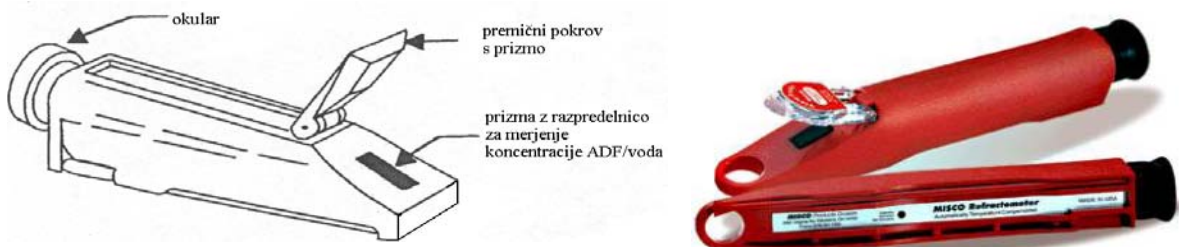


Slika 31: Pravilen nanos tekočine za razledenitev na trup letala

Vir: Aerodrom Ljubljana, Priročnik za razledenitev in protiledenje letal, 2010.

Kontrola tekočin za razledenitev/protiledenje ADF

Kontrola raztopine ADF/vode se izvaja vsaj enkrat mesečno s pomočjo optične naprave, imenovane refraktometer, ki dela na principu različnega loma svetlobe pri gostoti merjene tekočine. Refraktometer je sestavljen iz kratkega teleskopa z okularjem in premičnega poklopca s prizmo.

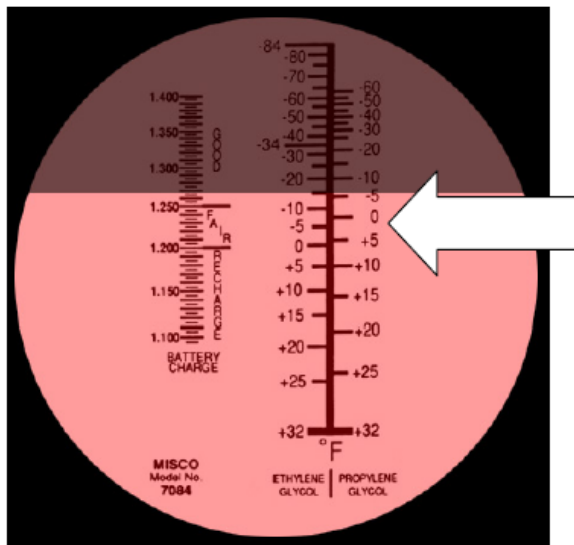


Slika 32: Refraktometer

Vir: Aerodrom Ljubljana, Priročnik za razledenitev in protiledenje letal, 2010.

Postopek merjenja poteka tako, da se neposredno po opravljeni razledenitvi in protiledenju z ustja šobe (ne z oplate) vzameta dve do tri kapljice raztopine, naneseta na fiksirano prizmo in se zapre premični poklopec prizme. Vzorec se tako razlije v tanek film. Refraktometer se usmeri proti izvoru svetlobe, npr. oknu, in skozi okular na skali se odčita vrednost. Črta, ki je meja med temnim in svetlim poljem, označuje to vrednost. To število se poišče v tabeli, iz katere se ugotovi odstotek ADF v raztopini. Prizma se odpre, s čisto krpico se očisti površina in

refraktometer je pripravljen za meritev novega vzorca. Rezultat kontrole se vpiše v tabelo, ki se hrani v arhivu.



Slika 33: Skala na refraktometru

Vir: Aerodrom Ljubljana, Priročnik za razledenitev in protiledenje letal, 2010.

Kadar se opazi odstopanje kvalitete ADF ali raztopine, skupina za razledenitev in protiledenje takoj obvesti koordinatorja tehnične službe, ta pa ustrezno ukrepa.

Vizualno kontrolo opravljenega postopka razledenitve ali protiledenja opravi operater v košari. Letalo ne sme vzleteti, če se na njem opazijo sledovi ledu.

Varstvo okolja

Na letališčih, na katerih izvajajo postopek razledenitve in protiledenja, morajo zaradi okoljskih predpisov poskrbeti, da se tekočina, ki jo uporabljajo, steka v posebne rezervoarje. Postopek razledenitve na letališču izvajajo na posebnem mestu letališke ploščadi, odpadne tekočine se stekajo v podzemni rezervoar, od tam pa nadzorovano potujejo do biološke čistilne naprave. Kot je že predstavljeno, so tekočine za razledenitev izdelane na osnovi glikola, ki je biološko razgradljiv – to pomeni, da jih aerobne bakterije v biološki čistilni napravi ob navzočnosti kisika razgradijo v ogljikov dioksid in vodo. Čas razgradnje je odvisen od temperature okolice in traja od 5 do 25 dni.

Varnost pri delu

Vprašanje varnosti zadeva vsakega posameznega udeleženca. Operativna varnost, varnost opreme, varnost letenja, osebna varnost, zdravje itn. so prvine, ki jih je treba pregledovati, preverjati je treba tudi pravilnost postopkov. Številna

podjetja in letalske družbe imajo svoje priročnike na to temo, ki jih je treba upoštevati. Letališče lahko narekuje splošna pravila ravnanja v nujnih primerih z zornega kota svojega obratovanja, izvajalci pa z zornega kota podjetja. Letališka oprema mora biti za vsako nalogo ustrezno kvalificirana, osebje, ki jo uporablja, pa mora biti ustrezno usposobljeno za njeno uporabo. Letališče je načrtovano za letalski promet, vendar pa mora imeti veliko opreme za oskrbo na tleh, da lahko izpolni vse naloge, potrebne za varen vzlet. Vsa ta »aktivnost« na tleh lahko privede do mnogih bližnjih srečanj, zato mora biti za vsako letališko osebje izvedeno procesno usposabljanje za vsako posamezno nalogo in za delovanje na letališki ploščadi na splošno.

V smislu zaščite lastnega zdravja ločimo dve skupini:

- zaščita zdravja pred delovanjem ADF-tekočin,
- zaščita pri delu v smislu zaščite pred mehanskimi poškodbami.

Zaščita zdravja pred tekočinami ADF

Načelno se ADF-tekočine za razledenitev in protiledenje letal štejejo kot nenevarne za zdravje, proizvajalci pa vseeno priporočajo preventivne zdravstvene ukrepe. Tekočina se ne sme piti niti se ne sme konzumirati hrana ali pijača, okužena z ADF. V primeru zaužitja ADF ali hrane, okužene z njim, se mora poiskati zdravniška pomoč. Sredstvo škoduje očem. Če tekočina slučajno brizgne v oči, se izpere pod curkom tekoče čiste vode.

Za osebje, ki opravlja dela razledenitve in protiledenja letal, je priporočljiva uporaba zaščitne obleke (kapa, rokavice). Na razpolago morajo imeti primerno zaščito za obraz in dihala (raspiratorje).

Zaščita pri delu pred mehanskimi in drugimi poškodbami

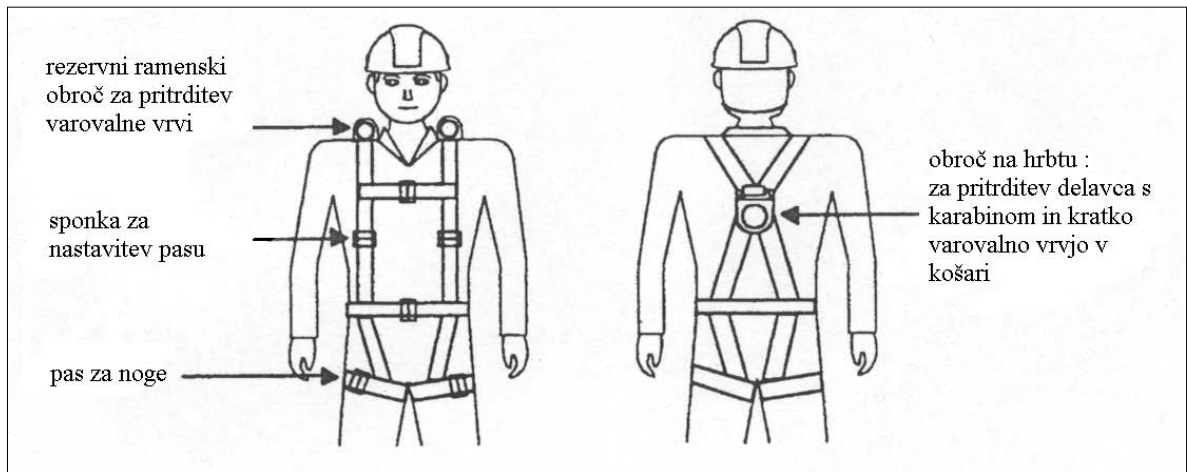
Zaščita pri delu v smislu zaščite pred mehanskimi in drugimi poškodbami pri delu z razledilci je omejena na zaščito pred padcem z višine. Vsako delo na višini nad 1 m zahteva zaščito delavca pred padcem. Pri delu z razledilcem sega košara tudi do 12 m visoko. Kljub temu da delavec stoji v košari, se mora pred uporabo oziroma dviganjem košare preveriti njeno delovanje v skladu z navodili proizvajalca.

Opravljanje nalog iz košare zahteva predhodne varnostne ukrepe:

- po vstopu v košaro za seboj zložimo lestev in zapremo vratca košare,
- pripnemo in pričvrstimo si varnostni pas,
- namestimo si slušalke in preverimo delovanje interfonske povezave z voznikom,

- dela iz košare ne opravljamo, če v kabini ni voznika.

Med preventivne ukrepe spada tudi zdravniški pregled delavca za delo na višini. Predhodni zdravniški pregled je svojevrsten filter, saj delavec, ki se boji višine (strah pred višino psihične narave) ali ima epilepsijo, ne sme delati na delih, kjer se izvaja razledenitev in protiledenje letal.



Slika 34: Varovanje za delo na višini

Vir: Aerodrom Ljubljana, Priročnik za razledenitev in protiledenje letal, 2010.



Slika 35: Razledenitev na najvišji točki letala

Vir: www.defenseindustrydaily.com/154M-to-Global-Ground-Support-for-USAF-Deicing-Equipment-05611/2012.

4 ORGANIZACIJA DEŽURNE SLUŽBE

Zimska dežurna služba se organizira s posebnim ukazom poveljnika Letalske baze pred začetkom meteorološke zime vsako zimsko sezono posebej. V ukazu je opredeljeno, kako se moštvo popolnjuje in kako se alarmira v primeru zimskih meteoroloških pojavov (sneg, led, žled ...), določena je oprema, ki jo moštvo uporablja pri delu.

4.1 Dežurstvo na letališču

Zaradi racionalne porabe finančnih sredstev se dežurstvo izvaja v delovnem času (od ponedeljka do petka od 7. do 15. ure) – to opravlja dežurni častnik čete za podporo letenja, izven tega časa (od 15.00 do 7.00, vikendi, prazniki) pa dežurni častnik 107. letalske baze in njegov pomočnik. Dežurni častnik 107. letalske baze in njegov pomočnik spremljata vremenske napovedi in podatke avtomatskih meteoroloških postaj, ki sta v kraju »Brege« in »Brod v Podbočju« v oddaljenosti 5 km od letališča, in po potrebi alarmirata moštvo, ki je predvideno za izvajanje zimske službe. Ob alarmiranju pa z dežurnim ekipe zimske službe prevzameta vsak svoje dolžnosti, ki so opredeljene v ukazu za izvajanje zimske službe.

Dežurni ekipe zimske službe je v delovnem času dolžan:

- kontrolirati stanje na ploščadi, odstraniti ali naročiti odstranitev vseh predmetov, ki bi lahko ovirali zimsko čiščenje,
- biti v stiku z meteorološko službo, vodjem letalskega prometa, spremljati vremensko situacijo in vremensko napoved,
- po potrebi komunicirati s Službo za koordinacijo letalskega prometa zaradi spremljanja podatkov o prihodih in odhodih letal,
- opravljati kontrolo površin za vožnjo letal, stalno spremljati stanje na manevrskih površinah in po lastni presoji opraviti meritve drsnosti,
- v primeru nagle ohladitve, poledice, snežnih padavin ali kakršne koli druge nevarnosti za spremembo stanja na manevrskih površinah takoj aktivirati ekipo zimske službe po telefonu,
- organizirati posipanje površin povsod tam, kjer se pojavi poledica ali kjer sam oceni, da bi do poledice lahko prišlo (preventivno posipanje),
- alarmirati moštvo zimske dežurne službe v obsegu, ki ga narekujejo vremenske razmere.

Naloge vodje ekipe zimske službe v času alarma oz. vpoklica

Ko vremenske razmere zahtevajo vpoklic ekipe zimske službe in začetek čiščenja površin, so dolžnosti vodje ekipe zimske službe naslednje:

- oceni razmere, odredi število vpoklicanih,
- razporedi delavce po sredstvih, preveri njihovo psihofizično stanje in potrebno opremo,
- organizira, vodi in nadzira odstranjevanje snega s površin po dogovorjenem načrtu,
- usklajuje delo z Letališko kontrolo zračnega prometa,
- če oceni, da v danih vremenskih razmerah ni možno zagotoviti varnega odvijanja letalskega prometa, predlaga vodji letalskega prometa začasno zaprtje letališča,
- za delavce organizira malico in glede na razmere ustrezne odmore, vodi evidenco prisotnosti in opravljenega dela in
- po opravljenem delu ali naslednji dan poda poročilo o opravljenem delu.

4.2 Pripravljenost na domu

Pripravljenost na domu se izvaja samo takrat, ko so napovedane snežne padavine, žled, poledica in drugi meteorološki pojavi, pri katerih mora posredovati zimska služba.

5 SKLEPNE MISLI

Vzlet in pristanek letala ali helikopterja je tudi v idealnih vremenskih razmerah eden od najbolj kritičnih trenutkov leta, v zimskih razmerah pa zaradi ledu in snega zahteva še dodatno pozornost. Dobro očiščena vozna in vzletno-pristajalna steza je seveda temeljni pogoj za varno letenje. A prava nevarnost je pravzaprav fizikalna. Že majhna količina snega ali ledu, ki se nabere na površini krila, namreč močno spremeni njegove aerodinamične lastnosti.

Problematika uporabe sredstev za odstranjevanje ledu in snega je prisotna, ker je treba upoštevati, da morajo biti sredstva, uporabljena na vzletno-pristajalni stezi in letalnikih, protikorozivna. Način, ko sneg povaljajo na gladko, kar uporabljajo ponekod v skandinavskih državah še danes, ni dober zato, ker nastane preveč tirnic in izboklin, ki povzročajo tresenje letal. O ogrevanju VPS tudi ni misliti zaradi prevelike porabe energije. Zato je zaenkrat čiščenje letališča s stroji in uporaba umetnih gnojil z mešanico acetata edina ekonomsko in tehnično upravičena možnost.

Da bi pri ledu in snegu sploh lahko leteli, se mora ne samo očistiti letalnik snega in ledu, temveč se morata očistiti tudi vzletno-pristajalna steza in letališka infrastruktura ob njej. To pomeni, da se sneg očisti s plugi, robovi in kupi snega se odmečejo na ustrezno razdaljo in dovoljeno višino s snegoodmetalci, viški pa odpeljejo s tovornjaki. Fino čiščenje VPS se izvaja z letališkimi krtačami in razpihuje z vročim zrakom. Kljub temu da tehnika omogoča strojno čiščenje površin, pa ne moremo brez ročnega čiščenja snega. Ročno je treba očistiti vse odvodne kanale ob manevrskih površinah, sneg okrog robnih svetilk, svetlobne linije na VPS, vozni stezi in ploščadi, višina snega okrog svetilk ne sme biti višja, kot je vir sevanja. Treba je očistiti tudi vse zemeljske navigacijske naprave, kot so oddajnik smeri (Localizer – LLZ), oddajnik za določanje drsne poti (Glide Path – GP), VHF vsesmerni radijski oddajnik (VHF Omnidirectional Radio Range – VOR), taktično navigacijsko sredstvo (Tactical Air Navigation – TACAN) in druge. Nemoteno delovanje teh naprav je eden od pogojev za varen vzlet in pristanek letalnikov. Zimska služba ima dolžnost, da s teh naprav ročno odstrani sneg in led ter s tem omogoči njihovo nemoteno delovanje.

Primerjava med postopki in kemičnimi sredstvi, ki jih zimska služba uporablja za zagotavljanje nemotene poteka cestnega prometa, ter postopki in kemičnimi sredstvi, ki so dovoljeni zimski službi na letališču, vidimo, da ima zimska služba na letališču omejitve, katere mora natančno upoštevati. Vsako odstopanje od pravil in zakonodaje lahko povzroči nepopravljive posledice oz. letalsko katastrofo. Kljub predstavljeni organizacijski shemi organizacije in izvajanja

zimske službe na letališču ima s ciljem, da zagotavlja varnost letenja, vojaški letalski organ ključno vlogo pri kontroli kvalitete organizacije in izvajanja zimske službe. S tega vidika so na Letališču Cerklje ob Krki vsi organi in službe, ki zagotavljajo varnost letenja, pod budnim očesom vojaškega letalskega organa.

6 LITERATURA IN VIRI

- Domevščik, Igor. 2010. Navodilo za zimsko službo. Interno gradivo, Aerodrom Ljubljana.
- Dopolnilo pravilnika o vzdrževanju objektov, opreme in instalacij pomembnih za varnost zračne plovbe na letališčih. Uradni list RS, št. 18-1062/2001.
- Gorše, Janez. 2008. *Posodobitev obstoječega sistema preventivnega posipanja vozišč*. Diplomsko delo. Fakulteta za organizacijske vede.
- Gregl, Dominik. 2009. *Letalski razlagalni slovar z ustreznici v angleščini*. Samozaložba.
- Jurečič, Matjaž. 2009. *Logistična zagotovitev vzdrževanja vzletno pristajalne steze na letališču Cerklje ob Krki*. Diplomsko delo. Fakulteta za logistiko.
- Kankelj, Brane. 2010. *Priročnik za razledenitev in protiledenje letal*. Interno gradivo, Aerodrom Ljubljana.
- Kerin, Branko. 2008. *Vzdrževanje in čiščenje letaliških in manevrskih ploščadi na letališčih*. Diplomsko delo, Šolski center Novo mesto, Višja strokovna šola komunala.
- Kotar, Marko. 2006. *Uporaba plugov in ostale strojne mehanizacije za čiščenje cestnega omrežja*. Diplomsko delo. Šolski center Novo mesto, Višja strokovna šola komunala.
- Pravilnik o letališčih. *Uradni list Republike Slovenije*, št. 42/08 z dne 30. 4. 2008.
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o letališčih. *Uradni list Republike Slovenije*, št. 104/11 z dne 21. 12. 2011.
- Pravilnik o vzdrževanju objektov, opreme in instalacij, pomembnih za varnost zračne plovbe na letališču. *Uradni list SFRJ*, št. 9-83/1984.
- Smolej, Uroš. 2009. *Zimsko vzdrževanje letališča Jožeta Pučnika*. Diplomsko delo. B&B, Višja strokovna šola Kranj.
- Zakon o letalstvu. *Uradni list Republike Slovenije*, št. 18/2001.

Viri s svetovnega spleta:

- <http://www.lju-airport.si> (Aerodrom Ljubljana).
- <http://www.rikoribnica.com/zimski-program.html> (Riko Ribnica).
- http://en.wikipedia.org/wiki/Deicing_fluid (Wikipedija).
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Letali%C5%A1%C4%8De_Cerklje_ob_Krki (Wikipedija).

IZJAVA
O AVTORSTVU IN JEZIKOVNEM PREGLEDU DIPLOMSKEGA DELA

Peter Ferjan, rojen 14. 1. 1968 v Ljubljani, vpisan v Izobraževalno razvojni zavod IZRAZ, višjo strokovno šolo, smer Varstvo okolja in komunala, izjavljam, da sem diplomsko delo z naslovom Zimska služba na Letališču Cerklje ob Krki napisal samostojno ob vodenju in pomoči mentorja mag. Tadeja Markiča, univ. dipl. inž. grad. Pri pisanju sem korektno navajal uporabljeno literaturo in vire.

Diplomsko delo je jezikovno pregledala ga. Irena Grahek, profesorica slovenskega in angleškega jezika.

Datum:

Podpis: Peter Ferjan