

Anotācija

Pētījuma nosaukums: *“Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu daudzuma samazināšanai ielu un ietvju kaisīšanā un citu metožu rekomendācijas”* (turpmāk tekstā – Pētījums).

Pētījuma uzdevums: 2013.-2020.gada Rīgas ielu un transporta būvju ikdienas uzturēšanas prakses apkopojums un analīze kontekstā ar RTU 2012.gada zinātniskā pētījuma *“Rīgas pilsētas autotransporta infrastruktūras objektu pretapledošanas apstrādes pastāvošās prakses risku novērtēšana un koriģējošo rekomendāciju izstrāde”* (turpmāk tekstā – RTU 2012) un Rīgas ielu apstādījumu ekoloģiskā stāvokļa pētījumu rezultātiem, secinājumiem un rekomendācijām. Rekomendācijas Rīgas ielu un transporta būvju ikdienas uzturēšanas pastāvošās prakses pilnveidošanai vai nomaiņai ar pamata fokusu uz Rīgas ielu ekoloģisko stāvokli vides sasāļošanās rezultātā.

Līguma Nr.: DMV-19-205-lī

Pasūtītājs: Rīgas domes Mājokļu un vides departaments

Izpildītājs: SIA “Enviroprojekts”

Izpildes termiņš: 2020. gada 13. jūlijs

Darba vadītājs: Valdis Felsbergs, vides zinātņu maģistrs

Saturs

1. Ievads	4
2. Rīgas pretslīdes apstrādes prakses vispārīgs raksturojums	9
3. Dažādu pretapledošanas apstrādes metožu un reaģentu salīdzinājums, izvērtējot to ietekmi uz infrastruktūras objektiem (ēkas, ceļi, tilti, lietusūdens kanalizācija u.c.), apstādījumiem, īpaši – kokiem, transportlīdzekļiem, mājdzīvniekiem, kā arī uz tehnoloģisko iekārtu nolietojumu un ekspluatācijas izdevumiem	16
3.1. Pilsētvides pretslīdes apstrādes specifika.....	16
3.2. Mitrāis sāls NaCl.....	19
3.3. Mitrāis sāls NaCl + CaCl ₂	22
3.4. Citi neorganiskie pretapledošanas reaģenti	22
3.5. Organiskie pretapledošanas reaģenti	23
3.6. Cīņvalstu pieredze ielu ziemas uzturēšanā	25
3.7. Elektriski apsildāmas ietves un gājēju ielas.....	29
3.8. Ceļu pretapledošanas reaģentu salīdzinājums: funkcionālās īpašības, tehnoloģiskās izmaksas, ekoloģiskie un korozīvie blakusefekti.....	30
3.9. Pretslīdes ceļu segumi.....	38
4. Pētījumā izmantotie pieejamie dati par sāls un sāls-smilts pielietojumu Rīgā un to apstrādes metodika	39
5. Faktiskās kvantitatīvās sāls emisijas un imisijas Rīgas vidē pēdējos septiņos gados dažādos griezumos un kumulatīvi	43
5.1. Kopējais Rīgas vidē nonākušais sāls daudzums	43
5.2. Pēdējo septiņu sezonu sāls patēriņa datu reprezentivitāte ekstrapolācijai ilgtermiņā pagātnē un nākotnē	49
5.3. Sāls nokļuves Rīgas vidē nevienmērība pa dienām	53
5.4. Sāls vidējie daudzumi apstrādājamo ielu un tiltu platības kvadrātmetrā un koncentrācijas litrā nokrišņu dažādos griezumos	55
5.5. Kopumā Rīgā uz ielām un tiltiem patērētie sāls daudzumi dienās pa to gaisa un ceļa seguma temperatūrām.....	61
5.6. Ilgtermiņa kumulatīvais pretslīdes apstrādes ar sāli radītais augsnes sāļuma līmenis ielu malu augsnē.....	64
5.7. Ilgtermiņa kumulatīvā pretslīdes apstrādes ar sāli radītā ūdens un augsnes sāļuma līmeņa iespējamās ietekmes uz Rīgas dabisko vidi.....	78
5.8. Ilgtermiņa kumulatīvā pretslīdes apstrādes ar sāli radītie satiksmes būvju korozijas riski.....	80
5.9. Pretslīdes apstrādes ietekme uz gaisa kvalitāti	81
6. Sabiedrības attieksme pret Rīgā izmantojamo pretapledošanas metožu pielietošanu	83
7. Rekomendācijas Rīgas ielu un transporta būvju ikdienas uzturēšanas pastāvošās prakses pilnveidošanai vai nomaiņai.	90
8. Priekšlikumi normatīvo aktu izmaiņām, lai ekonomiski pamatoti samazinātu sāls (NaCl) daudzumu ielu un tiltu kaisīšanai.....	99
9. Ieteicamais turpmākās attīstības ietekmju monitorings	100

Pielikumi

1. Datu lapu paraugs (saīsināts) par katru dienu: vidējā sāls patēriņa diena 12.01.2016.
2. Sāls patēriņš pa dienām ar gaisa temperatūrām pa pretslīdes apstrādes sezonām
3. Sāls patēriņš pa dienām ar ceļa temperatūrām pa pretslīdes apstrādes sezonām
4. Sāls patēriņš pa dienām, kas ranžētas sāls patēriņa daudzuma dilstošā secībā
5. Dr.geol. J.Lapinska *“Atzinums par SIA “Enviroprojekts” pielietoto metodiku pētījumā “Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā, balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes ilglaicīgās sāls koncentrācijas augsnē noteikšanai”*

1. Ievads

Rīgas pilsētas ielu tīkls veido vienu no svarīgākajām sastāvdaļām Latvijas vienotajā autotransporta infrastruktūrā, pateicoties tā primārajai sociāli ekonomiskai nozīmei un augstajam fiziskajam noslogojumam. Rīgas ielu ikdienas uzturēšana (ar tajā ietilpstošajiem ziemā veicamajiem pasākumiem) tiek īstenota ar mērķi nodrošināt autotransporta infrastruktūras nepārtrauktu lietojamību, veicot tās regulāru apkopi un atsevišķu defektu novēršanu. Tajā pašā laikā Rīgai piemīt ļoti daudz objektīvu un subjektīvu īpatnību, kāpēc ceļu uzturēšanas vajadzības un metodes šeit var būtiski atšķirties no Latvijas valsts ceļu tīkla vai citu pašvaldību prakses.

Ņemot vērā Latvijas klimatiskos apstākļus un autotransporta infrastruktūras nolietojuma pakāpi, veicamo ceļu uzturēšanas darbu sadalījums kalendārajā griezumā ir nevienmērīgs un izteikti sezonāls. Ziemas sezonā jeb pretslīdes apstrādes sezonā uzsvars tiek likts uz tādiem pasākumiem kā ceļu attīrīšana no sniega un brauktuveju pretapledošanas apstrāde, caurmērā veidojot virs trešdaļas ikgadējo ceļu uzturēšanas izmaksu. Tas gan atkarīgs no laika apstākļiem: piemēram, 2019./20. gada siltajā ziemā šo darbu apjomi un izmaksas bija neproporcionāli mazas.

Ielu uzturēšanai ziemas sezonā ir pievērsta arī paaugstināta sabiedrības uzmanība. Lai gan šie darbi nav vērsti uz infrastruktūras tehniskā stāvokļa uzlabošanu, tie ir vitāli pieņemamā satiksmes drošības līmeņa nodrošināšanai un citām mobilitātes īstermiņa vajadzībām situācijās, kad ielu brauktuves (un ietves) apledo vai apsnieg.

Nozarē pastāvošā prakse, līgumdokumentācija un spēkā esošie normatīvi nosaka stratēģisko pieeju, kas ir jau izveidojošos satiksmei bīstamo situāciju likvidēšana (jeb reaktīvā rīcība) un darbu tehnoloģiju spektru tās īstenošanai. Tehniskais sāls (nātrija hlorīds, NaCl) ir pamatmateriāls visplašāk lietojamām ceļu pretapledošanas tehnoloģijām visur Latvijā un arī Rīgā: tā ir smilts/sāls maisījuma un/vai samitrinātā sāls kaisīšana. Pretapledošanas sāls ir importēts tehnoloģiskais resurss ar īpašiem uzglabāšanas un pielietošanas nosacījumiem, no kā lielā mērā ir atkarīgs ceļu ziemas uzturēšanas darbu izpildījums.

Pēdējos gados audzis pretapledošanas sāls veidu un alternatīvo reaģentu piedāvājums, padarot aktuālu to izvēles kritēriju precizēšanu. No ielu pārvaldītāja puses jāņem vērā funkcionālie, ekoloģiskie, makroekonomiskie u.c. iedzīvotājiem būtiskie apsvērumi, mēģinot tos sabalansēt ar realizācijas iespējām (finansējums, infrastruktūras stāvoklis un darbu veicēju kompetences līmenis). Savukārt aspekti, kas tieši skar ielu ziemas uzturēšanas komersantu saimniecisko darbību (pretapledošanas materiālu ietekme uz tehnoloģisko iekārtu nolietojumu un ekspluatācijas izdevumiem) ir atstāti ārpus pētījuma konteksta vai pieminēti tikai fragmentāri.

Rīgas ielu ziemas uzturēšana periodiski izraisa sabiedriskas diskusijas par sāls pašreizējās pielietošanas pareizību ielu segumu pretapledošanas apstrādē, akcentējot ekoloģisko un koroziīvo aspektu. Tēmas aktualitāti paaugstina intensīvā gājēju kustība un blīvs pilsētplānojums, transporta infrastruktūrai atrodoties ciešā mijiedarbībā ar zaļo zonu un pieceļu apbūvi. Tostarp ir populārs uzskats, ka pastāvošo kārtību var

kardināli mainīt, sāli nomainot ar citiem materiāliem. Šie jautājumi ir aktuāli visām lielām pilsētām ar Rīgai līdzīgiem klimatiskiem apstākļiem. Ielu ziemas uzturēšana un tās blakusietekmes interesē daudz sabiedrības interešu grupu, bet to vēlmes ir atšķirīgas un piedevām vēl balstās vairāk uz emocijām nekā zinātniskiem datiem, tāpēc konceptuāli jāreķinās ar kompromisu, kas būtu taisnīgs un pieņemams visiem.

2012. gadā Rīgas Domes Satiksmes departamenta (turpmāk – RDSD) pasūtījumā Rīgas Tehniskās universitātes Transportbūvju institūts veica teorētisku pētījumu (turpmāk – RTU 2012), detalizēti izvērtējot ķīmiskos pretapledošanas reaģentus kā tiešās alternatīvas sāls pielietošanai, ko var potenciāli izmantot Rīgā, pēc to tehniskajām un ķīmiskajām īpašībām, apkopojot arī pasaules praksi dažādu pretslīdes līdzekļu pielietojumā. Pētījumā konstatēts, ka patlaban plašajam speciālistu lokam ir pieejama pārsvarā komerciālā informācija par dažādiem pretslīdes materiāliem, bet trūkst tehnisko un zinātnisko datu par to blakusparādībām ilgtermiņā. Tika arī konstatēts, ka īpaša nozīme ir atbalsta sistēmām (seguma stāvokļa prognozēšana, uzturēšanas tehnikas automatizācijai u.c.) un uz ceļa paliekošā sāls daudzuma izvērtējumam: aspektiem, kuru Rīgā līdz 2012. gada 1.novembrim (kad pabeigts RTU 2012) praktiski nebija.

RTU 2012 ir konstatēts: *“Pētījumā tika izanalizēts liels informācijas apjoms, Rīgas ielu ziemas uzturēšanas aktualitātes izskatot maksimāli detalizētā veidā”*, tomēr jāprecizē, ka šis informācijas apjoms neietvēra faktisko sāls patēriņu Rīgas ikdienas praksē ne kopumā, ne detalizēti pa dienām dažādos laika apstākļos dažādos griezumos: tas ietvēra Rīgā pielietotā sāls un iespējamo alternatīvu reaģentu tehniskos, ķīmiskos un ekonomiskos raksturlielumus un pielietojuma instrukcijas, bet ne pašu faktisko pielietojumu kvantitatīvi. Šā trūkuma objektīvie priekšnoteikumi RTU pētījumā: *“Konsultants izstrādāja metodoloģiju, lai apkopotu un izanalizētu pieejamos statistikas datus pretapledošanas sāls patēriņam valsts autoceļu tīklā un konstatētu to dinamiku pēdējos četros gados. Datus par Rīgu neizdevās identificēt.”* Rezultātā ir iegūti tikai Latvijas kopējā sāls patēriņa daudzumi četros gados (2007.-2010.), tomēr bez īsta pielietojuma, jo nav sāls patēriņa dinamikas saistībā ar laika apstākļu dinamiku, iztērētā sāls daudzuma radīto sāls koncentrāciju vidē u.c. rezultātu, kas ļautu spriest par sāls pielietošanas cēloņiem un sekām saistībā ar konkrēto situāciju Latvijā, nerunājot nemaz par Rīgu atsevišķi. Rezultātā RTU 2012 pētījums bija vairāk teorētisks, visaptveroši apkopojošs, ne cieši piesaistīts Rīgas (pat ne Latvijas) aktuālās prakses kvantitatīvajiem raksturlielumiem.

Šā pētījuma (turpmāk – Pētījums), kuru uz līguma Nr.DMV-19-205-lī ar Rīgas domes Mājokļu un vides departamentu pamata veica SIA “Eirokonsultants” (turpmāk – Konsultants) specifika (acīmredzot tāpat kā RTU 2012) bija tāda, ka pirms darba (arī pirms šā darba iepirkuma konkursa) nebija nekādas informācijas par tā veikšanai pieejamajiem izejas datiem: izejas datu ieguve no RDSD pati bija šajā darbā veicamo primāro uzdevumu sarakstā, attiecīgi iegūtie izejas dati ar visu skaidrību, kādi tie ir un ko no tiem var iegūt, ir viens no šā Pētījuma rezultātiem. Līdz ar to tikai darba gaitā objektīvi bija iespējams un noteikti bija lietderīgi izprast iespējamo darba produktu, attiecīgi koriģējot sākotnējo priekšstatu par to, ko būs iespējams iegūt. Balstoties uz RTU 2012 iepriekšējās pieredzes, ka *“datus par Rīgu neizdevās identificēt,”* Konsultants jau drīz pēc līguma noslēgšanas piedāvāja papildinājumus sakarā ar ieceri šādus datus vismaz par vienu sezonu sagatavot pats,

bet turpinājumā iecere vēl pilnveidojās sakarā ar atklājušos iespēju šādus datus tomēr identificēt par ilgāku periodu, sākot no pirmās pilnās sezonas pēc RTU 2012 pabeigšanas: šī datu ieguve ar no tās izrietošo Pētījuma mērķu korekciju ir detalizēti aprakstīta tālāk 4. daļā.

Par visiem šiem tagad pieejamajiem datiem ir lielā mērā jāpateicas tieši RTU 2012, kurā konstatētās datu nepieejamības un rekomendētās uzskaites uzlabošanas rezultātā uzskaitē turpmāk tika ne vien uzlabota aktuālajām vajadzībām, bet arī saglabāta vēsturei, un tas būtiski izmainīja šā Pētījuma iespējas un attiecīgi tā ievirzi un rezultātus.

Visu iepriekš izklāstīto apstākļu, kuri paši ir šā Pētījuma produkts, rezultātā Konsultants pilnībā atmata sākotnējo ieceri lielā mērā atkārtot un niansēs koriģēt RTU 2012 rezultātus jautājumos, kam tas bija veltīts, tā vietā uzskatot tos par iegūtiem, tos neapšaubot un nekoriģējot, bet gan pielietojot, tikai aktualizējot skaitļus; savukārt Pētījums centrēts uz ko jaunu, līdz šim Rīgā nekad neveiktu: visu pieejamo datu par faktisko sāls pielietojumu (kas aptver septiņas sezonas no 2013./14. gada: senāku datu RDS nav, tāpat apstiprinās RTU 2012 konstatētais par datu nepieejamību tā sagatavošanas laikā) visaptverošu apkopojumu un detalizētu apstrādi dažādos griezumos, iegūstot pēc iespējas pilnīgāku ainu par faktisko sāls piesārņojuma līmeni pretslīdes apstrādes sezonās un veģetācijas periodos gan šo sezonu/periodu, gan to vidēji statistisko mēnešu griezumā uz ielām, tiltiem un gar ielu malām augsnē, no kā tālāk izdarīti secinājumi kopsakarā ar RTU 2012 rezultātiem, kā arī Rīgā veiktajiem pētījumiem ar tiešajiem mērījumiem par faktisko sāls līmeni augsnē un augos (līdz šim – atrauti no jebkādam ziņām par sāls daudzumu, kas šo līmeni izraisījis) un tā ietekmi.

Būtisku daļu sākotnēji iecerētās Pētījuma programmas sastādīja rekomendācijas, kā novērst piesārņojuma ar sāli būtiskās kaitīgās ietekmes ar dažādiem preventīviem pasākumiem, balstoties uz nepārbaudītas un nepierādītas hipotēzes (kuru faktiski nebija plānots pierādīt vai apgāzt arī šajā Pētījumā sakarā ar ilglaicīgu datu nepieejamību), ka Rīgas vides piesārņojums ar sāli esot ievērojams, tāpēc šādi pasākumi ir *a priori* nepieciešami. Šīs hipotēzes galvenais pamatojums bija tīri teorētisks: principā ir iespējams būtiski kaitīgs piesārņojums ar sāli, tāpēc jāpieņem, ka Rīgā šī problēma pastāv. Pētījums savā ritumā pavērsās pilnīgi citā virzienā: noskaidrot, kāds tad ir šis piesārņojuma ar sāli līmenis Rīgā, kāda ir vai varētu būt šā konkrētā, nevis hipotētiskā piesārņojuma ietekme uz dabas un cilvēkvidi, un tālāk jau – vai no šīs konkrētās ietekmes izriet aktuāla nepieciešamība veikt radikālus pasākumus šā piesārņojuma samazināšanai, un tikai pašās beigās – ja jā, tad kādus.

Faktiski pieņemums, ka Rīgā ir dramatisks piesārņojums ar sāli, kas prasa radikālus mērus, vispirmām kārtām jau vispār nomainot pielietojamo sāli ar ko citu, jau ir lielā mērā apšaubīts uz teorētisku apsvērumu pamata RTU 2012 pētījumā.

Tomēr tajā konstatēts: *“Pašreiz Rīgas maģistrālo rajonu nozīmes ielu ziemas dienesta modelis organizatoriski un tehnoloģiski tiek īstenots ar samērā zemiem izdevumiem, nodrošinot adekvātu satiksmes drošības līmeni ar pieņemamiem blakusefektiem. Savukārt, uzlabojamie aspekti ir:*

Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā, balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes

- ✓ *pretapledošanas sāls ietekmes mazināšana uz pieceļu apstādījumiem*” (teorētiski, nedefinējot esošo ietekmi, to izraisošos faktorus kvantitatīvi un sasniedzamo rezultātu kvantitatīvi);
- ✓ *“pretapledošanas sāls korozīvās iedarbības mazināšana uz transportlīdzekļiem un konstrukcijām”* (teorētiski, nedefinējot esošo ietekmi, to izraisošos faktorus kvantitatīvi un sasniedzamo rezultātu kvantitatīvi);
- ✓ *“sabiedrības negatīvās attieksmes pret sāli maiņa, panākot tā mērķtiecīgāku un taupīgāku pielietošanu pilsētas teritorijā”* (teorētiski, nedefinējot sāls pašreizējo pielietošanu kvantitatīvi, kā arī nepamatojot uzskatu, ka sabiedrībai esot negatīva attieksme)”

Kā redzams, visi trīs šie ieteikumi ir balstīti kvantitatīvu pētījumu neapstiprinātos pieņēmumos, ka *“pieņemamie blakusefekti”* tomēr varētu būt nepieņemami, proti, sāls nelabvēlīgā ietekme uz pieceļu apstādījumiem esot būtiska, sāls korozīvā ietekme esot būtiska, sabiedrības attieksme esot negatīva un sāls pielietojums esot nemērķtiecīgs un izšķērdīgs. Kā turpinājumā pierādīsies šajā kvantitatīvajā Pētījumā, kaut arī visi šie ieteikumi ir caurcaurēm pozitīvi un uzlabojumi visos nosauktajos aspektos var būt tikai apsveicami jebkurā gadījumā, prioritāra nepieciešamība pēc visas Rīgas mērogā visaptverošiem neatliekamam pasākumiem šo blakusefektu mazināšanai (kuri RTU 2012 neviennozīmīgajā formulējumā tomēr sanāk vairāk nepieņemami nekā pieņemami) uz citu Rīgā prioritāru jautājumu rēķina un jo īpaši uz satiksmes drošības rēķina neapstiprinās, un visus šos jautājumus var risināt apdomīgi, zinātniski pamatoti, tostarp sekojot pasaules tehniskajam progresam, bet bez neatliekamas steidzamības. Tas sasauca arī ar RTU 2012 tomēr rezultātā sniegto kopsecinājumu: *“Kopumā ārzemju pieredze liecina, ka atteikties no sāls pielietošanas Rīgā nebūtu pamatoti. Pretapledošanas reaģentu tirgū nav viennozīmīgi labāku materiālu par hlorīdiem. Sāls nomaiņa ar citiem materiāliem nevar būt pašmērķis, bet precīzi jāapzinās vēlamā efekta un tā sasniegšanai nepieciešamos līdzekļus. Nav vērts izmantot materiālus, kuru lietošanā nav uzkrāta pieredze. Sāls pretapledošanas iedarbība ir visatbilstošākā Latvijas klimatiskajiem apstākļiem. Sālim ir izteikta ledus kausēšanas spēja, līdz ar to pašreizējais Rīgas ielu ziemas uzturēšanas līmenis ir adekvāts. Pazemināt reaģentu lietošanas sliekšni līdz pat -15°C ar laika apstākļu komplikācijām, būtiski nemainot tehnoloģijas (samitrinātā reaģenta izkliede) var, pielietojot kalcija hlorīda šķīdumus sāls mitrināšanai vai izkaisot $\text{NaCl}/\text{CaCl}_2 = 3/1-5/1$ maisījumus,”* ar ko sasauca vēl viens līdzīgs ieteikums: *“tiltu uzturētājiem nelielos apjomos (3-7 apstrādes reizēm ziemā) būtu jāpasagādā materiāls, izkliepjams pēc samitrinātā reaģenta tehnoloģijas, kam pretapledošanas iedarbība saglabājas līdz -25°C Daugavas tiltu apstrādei ekstremālajās meteosituācijās. Tas varbūt $\text{NaCl}/\text{CaCl}_2 = 3/1$ maisījums.”*

Atbilstoši RDSD sniegtajai informācijai, pirmā rekomendācija tiek īstenota praksē sekojošā veidā. CaCl_2 ir ne vien aptuveni seškārt dārgāks par NaCl , bet arī sliktāks pretapledošanas reaģents par NaCl Rīgā biežāk sastopamajos laikapstākļos un ar apmēram tiem pašiem nevēlamajiem blakusefektiem, tāpēc pārsvarā kaisīšana notiek ar NaCl , izņemot gadījumus, kad tas ir ekonomiski un tehniski pamatoti. Savukārt pamatoti tas ir temperatūrās zem -10°C , kas arī atbilst RTU 2012 secinājumiem. Šādās dienās uz 1 m^3 sāls mitrināšanas ūdens tiek pievienoti 50 kg CaCl_2 , iegūstot 5% CaCl_2 šķīdumu. Rezultējošā šķīduma kopējā sāļu koncentrācija atkarībā no temperatūras ir 18-21%, vidēji 20 %, tātad 1 m^3 šķīduma satur $\sim 150\text{ kg}$ NaCl un 50 kg CaCl_2 , kas atbilst RTU 2012 rekomendācijai $\text{NaCl}/\text{CaCl}_2 = 3/1-5/1$,

konkrēti – ~3/1. Savukārt atbilstoši šā Pētījuma konstatējumiem, 2013.-2020. gada pretslīdes apstrādes sezonās kopumā bijusi 1181 diena, no kurām 575 dienās ir veikta pretslīdes apstrāde ar sāli, no kurām 35 dienās temperatūra bijusi zemāka par -10°C , kurās kopumā izlietoti 6 % visa sāls, tātad, kaut korekti ievērojot RTU 2012 rekomendāciju CaCl_2 maksimālajā attiecībā (3/1, nevis 5/1), CaCl_2 īpatsvars kopējā sāls daudzumā bijis visai nenozīmīgs: ~1,5 % no visa patērētā sāls daudzuma. Šā iemesla pēc tas Pētījumā atsevišķi nav ņemts vērā un analizēts. Papildu iemesls tam, ka šis nelielais CaCl_2 nav atsevišķi analizēts, ir pētījums “Rīgas centra ielu apstādījumu ekoloģiskais stāvoklis” (Gunta Čekstere, 2009), kurā nav konstatēts, ka kalcija saturs augsnē radītu kaitējumu augiem.

Savukārt otrā rekomendācija ekstremālām meteosituācijām ar salu līdz -25°C Pētījumā vērtētajās ziemās bijusi praktiski neaktuāla, jo visās septiņās sezonās kopsummā temperatūra vienu reizi (08.01.2016. plkst. 6.00) ir nokritusies līdz $-21,4^{\circ}\text{C}$ (diennakts vidējai temperatūrai paliekot $-18,3^{\circ}\text{C}$), vienu reizi (07.01.2017. plkst. 6.00) – līdz $-20,0^{\circ}\text{C}$ (diennakts vidējai temperatūrai paliekot $-16,4^{\circ}\text{C}$), un vairāk ne reizi nav sasniegusi pat -19°C atzīmi.

RTU 2012 tiešo un netiešo rekomendāciju izpilde praksē

1. Kompleksās ielu tīrīšanas un kaisīšanas mašīnas aprīkotas ar GPS. Tas palīdz pasūtītājam RDSD kontrolēt mašīnu pārvietošanos tiešsaistē, kontrolēt kaisāmā materiāla patēriņu, sniega tīrīšanas lāpstas stāvokli (pacelta vai nolaista).

2. Temperatūrās zem -10°C pretslīdes apstrāde tiek veikta ar $\text{NaCl}/\text{CaCl}_2$ maisījumu attiecībā ~3/1, vienlaikus gan palielinot efektivitāti, gan samazinot kopējo hlorīdu patēriņu, gan arī samazinot izkaisītās smilts daudzumu, kas citādi būtu šādās situācijās jāpievieno sālīm (kaut nedaudz paaugstinot izmaksas).

3. Atsevišķos gadījumos pirms prognozētām ekstremālām meteosituācijām tiek veikta preventīvā kaisīšana (pārsvārā uz tiltiem un satiksmes pārvadiem).

4. Jaunu meteostaciju uzstādīšana dažādās pilsētas vietās, pilnveidojot meteostaciju tīklu, lai nodrošinātu attālinātu ceļa stāvokļa novērošanu.

5. RDSD noslēgts līgums ar LVĢMC par meteoproгноzu un brīdinājumu (snigšana, apledojuma veidošanās utt.) piesūtīšanu Satiksmes departamentam.

6. Informācijas par situāciju uz ielām publicitātes nodrošināšana (RDSD sadarbība ar masu medijiem, informācija RDSD mājas lapā),

7. Rīgas dome 2017. gadā organizēja iedzīvotāju aptauja par ielu uzturēšanu ziemā un piemērotāko risinājumu ielu atbrīvošanai no sniega un ledus. Aptauju un analīzi veica SKDS.

2. Rīgas pretslīdes apstrādes prakses vispārīgs raksturojums

(avots: RTU 2012, informācija saīsināta, aktualizēta un papildināta)

Pamatdati, kas raksturo Rīgas pilsētas ielu tīklu un nav būtiski izmainījušies 2013.-2020. gada periodā (RDSO dati no Ielu reģistra uz 01.01.2019), ir sekojoši.

1. Ielas kopā 1815, kopgarums 1201,1 km, platība 10 107 911 m², tai skaitā:

- asfalta segums: 869,6 km (72,4%), 8 298 573 m²
- bruģis: 66,8 km (5,5%), 626 592 m²
- grants segums: 110,1 km (9,2%), 479 456 m²
- bez seguma: 154,8 km (12,9%), 703 284 m²

2. Tilti un estakādes kopā 138, tai skaitā:

- tilti: 35
- satiksmes pārvadi un estakādes: 60
- gājēju tilti un pārvadi: 16
- tuneļi: 27

Regulārai pretslīdes apstrādei tiek pakļautas tikai 1. un 2. klases ielas ar cieto segumu un tilti. Apstrādājamā ielu kopplatība – 5 962 556 m² (5,96 km²), tiltu kopplatība – 511 341 m² (0,51 km²). Līdz ar to visa platība, uz kuras ziemā fiziski ber sāli, no Rīgas 304 km² kopplatības (kurā ietilpst arī meži un ūdeņi) veido 2,13 %.

Latvijas koplietošanas ceļu tīklā (valsts un pašvaldību ceļi) neatkarīgi no ceļu administratīvās piederības būtu jānodrošina homogēni braukšanas apstākļi principiāli vienādas nozīmes ceļos un integrēto maršrutu ietvaros, lai neradītu satiksmes apdraudējumu, kā arī ceļu lietotāju diskomfortu un neizpratni. Tas nozīmē, ka ceļu uzturēšanas prasībām Rīgā un primārajā valsts autoceļu tīklā jābūt savstarpēji saskaņotām, lai gan atšķirībā no valsts autoceļiem, Rīgas autotransporta infrastruktūru raksturo šādi atšķirīgi faktori, kas jāņem vērā īpaši ielu ziemas uzturēšanas sakarā:

- Rīgas ielu tīkls ir ļoti blīvs un ģeogrāfiski kompakts;
- motorizēto transportlīdzekļu satiksmes intensitāte ir vairākkārt lielāka, aktīvā satiksme mēdz būt arī nakts stundās, satiksmes plūsma ir blīvāka un ar mazāko vidējo ātrumu, regulāri transportlīdzekļu sastrēgumi ielu tīkla šaurajās vietās, stāvošu transportlīdzekļu atstāšana uz brauktuves pilsētas centrālajā daļā, autotransporta intensīvā mijiedarbība ar sliežu transportu, liels nemotorizēto satiksmes dalībnieku īpatsvars;
- Rīgas ielu joslas ir šauras, intensīvi piesātinātas ar vietējām inženierkomunikācijām, ielas robežojas tieši ar apbūvi un gājēju ietvēm;
- ielu slēgtā tipa drenāžas sistēma prasa specifisku apkopi un ir tendēta aizsērēt;
- urbanizētā vide izvirza ievērojami augstākas ekoloģiskās un sanitāri higiēniskās prasības pret ekspluatējamo ielu tīklu, iedzīvotājiem ir augstākas prasības gan pret nodrošināto mobilitātes līmeni, gan pret vispārējo pilsētvides kvalitāti.

Rīgas autotransporta stratēģiskie objekti ir četri tilti pār Daugavu, kurus diennaktī šķērso vairāk nekā 200 tūkst. transportlīdzekļu (tostarp Salu tilts ir valsts mēroga maģistrāle, kura pretslīdes apstrādi veic Rīga, bet finansē atsevišķi valsts).

Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā, balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes

Ikdienas satiksmes plūsma caur valsts galveno autoceļu savienojumiem ar Rīgas maģistrālajām ielām pārsniedz 130 tūkst. transportlīdzekļu. Rīgā reģistrēta trešdaļa visu Latvijas transportlīdzekļu, kā arī Rīgas satiksmes infrastruktūru ikdienā izmanto arī daudz iebraucēju no ārpuspilsētas. Transporta tīkli un pakalpojumi jau tagad tiek stratēģiski plānoti plašākā Rīgas aglomerācijas mērogā, kas ietver Pierīgu ar faktiskām satelītpilsētām (Jūrmala, Ogre, Jelgava u.c). Tāpat lielais tranzīta apjoms Rīgas satiksmē ir saistīts ar kravu un pasažieru plūsmu uz šeit esošajiem starptautiskās nozīmes termināliem (osta, lidosta, dzelzceļa stacija).

Viens no svarīgākajiem faktoriem, kas pamato ziemas dienesta modeļa izvēli, ir klimatiskie apstākļi. Gaisa temperatūra Rīgas centrā ir par 2-3°C augstāka nekā ārpus pilsētas, šo efektu rada komunālie un rūpnieciskie siltuma zudumi, kā arī autotransportā izdalītais siltums. Rīga ir piejūras pilsēta, tās klimatu veido Atlantijas okeāna un Baltijas jūras gaisa masas, tāpēc atšķirībā no valsts kontinentālākās teritorijas šeit:

- ✓ ziemas ir maigākas, savukārt vasaras nav vēsākas, kā pienāktos piejūras klimatā, bet tikpat siltas – urbāno faktoru dēļ;
- ✓ visu gadu ir paaugstināts relatīvais gaisa mitrums.

Latvijas un Rīgas klimatiskajos apstākļos var klasificēt sekojošus ielu slidenuma paveidus:

- ✓ sarma: ledus kristāli uz brauktuves, kas veidojas pie augsta gaisa mitruma (sasniegšanas punktu), tvaikam kondensējoties un sasalstot uz aukstā seguma;
- ✓ melnais ledus: plāna ledus kārtā, kas visbiežāk veidojas pavasarī un rudenī pie gaisa temperatūrām no +2 līdz -3°C. Iemesls ir rasas punkta sasniegšana, lietus uz atdzisušās virsmas vai lietus pie temperatūras pazemināšanas tendences;
- ✓ atkala: ledus kārtā, kas veidojas snigšanas laikā nokrišņiem piesalstot pie seguma. Transportlīdzekļi piebrauc sniegu, veidojot 0,2 - 3 cm biezu ledus kārtu;
- ✓ slapjdraņķis: sniega/ūdens/pretapledojuma materiāla sajaukums, kas veidojas atkusnī.

Melnais ledus ir sevišķi bīstams, jo nav redzams, kas var maldināt satiksmes dalībniekus. Cita paaugstināta riska situācija veidojas, kad savlaicīgi nelikvidētais ledus sāk dabiski kust un ūdens plēve samazina riteņu saķeri ar ceļu, izraisot akvoplanēšanas efektu.

Galvenā tehnoloģiskā problēma ielu ziemas dienestā ir ledus kārtas piesalšana pie seguma, ko nevar likvidēt mehāniski un, lai grautu šo saiti, pielieto ķīmiskos reaģentus. Apledums neveidojas, ja nokrišņu un seguma kontakta zonā neizdalās un vēlāk nesasalst brīvais ūdens, tāpēc, piemēram, pie stabili negatīvas seguma un gaisa temperatūras nenotiek piesalšana un pieņemama uzturēšanas līmeņa nodrošināšanai pietiek ar mehanizēto sniega tīrīšanu. Līdzīgi ir gadījumos ar snigšanu uz relatīvi siltā seguma, kad seguma siltuma potenciāls var būt pietiekams lai patstāvīgi kausētu sniegu un novērstu slidenumu. Tomēr stabili negatīvas seguma un gaisa temperatūras Rīgā ir drīzāk izņēmums nekā norma: zemas temperatūras ir īslaicīgas un drīz vien jau svārstās ap kušanas punktu.

*Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā,
balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes*

Ielu seguma stāvokļa prognozēšana atšķiras no vispārējās laika prognozes. Tas saistīts ar to, ka ielas konstrukcija ar apkārtējo grunti veido siltuma akumulatoru, tāpēc seguma temperatūra gaisa temperatūras izmaiņas iespaidā izmainās ar novēlošanos: šāda situācija raksturīga naktīs un apmākušās dienās. Savukārt saules iespaidā melnais segums var uzsilt būtiski vairāk par gaisu. Līdz ar to nevar viennozīmīgi prognozēt, vai seguma temperatūra būs augstāka vai zemāka par seguma temperatūru, tomēr, kā konstatēts Pētījumā, vidēji statistiski šo temperatūru atšķirība ir nebūtiska: pēc RDSM meteostaciju datiem 2013.-2019. gada pretslīdes sezonās brauktuves temperatūra bijusi vidēji par 0,2°C augstāka par gaisa temperatūru. RTU 2012. gada pētījums, ka gaisa un seguma temperatūras var atšķirties līdz pat 5-10°C, kas teorētiski ir iespējams, tomēr Pētījumā konstatēts, ka praktiski 2013.-2019. gada pretslīdes sezonās starpība starp brauktuves un gaisa temperatūru ir pārsvarā svārstījies ap 0±1°C, bieži sasniedzot arī ±2°C, vairāk – jau reti, un maksimāli – ļoti reti tuvojoties -4°C un +5°C. Raksturīgi, ka brauktuves temperatūra pārsvarā ir nedaudz zemāka par gaisa temperatūru aukstās dienās, kurās biežāk notiek pretslīdes apstrāde, savukārt ir nedaudz un daudz augstāka par gaisa temperatūru siltās saulainās dienās, pārsvarā starpsezonā, kad pretslīdes apstrāde nav aktuāla. Te gan jāņem vērā, ka Pētījumā izmantoti dati no meteostacijām, kas uzstādītas uz tiltiem, nevis uz grunts, kur gaisa un brauktuves temperatūru atšķirības var būt dažādas: tiltu dzelzsbetona konstrukcijas ir labāks siltuma vadītājs un sliktāks siltuma akumulators nekā grunts, tāpēc uz tilta brauktuves temperatūras svārstības gaisa temperatūras svārstībām varētu sekot ar mazāku nobīdi laikā un apmērā nekā uz grunts, un brauktuves uzsīšana tiešā saules staru ietekmē varētu notikt mazāk intensīvi nekā uz grunts.

Pērn ir sācies ceturtais piecu gadu līgumperiods (01.10.2019.-30.09.2024.), kopš Rīgas ielu ikdienas uzturēšanas kontraktēšanu īsteno uz brīvas konkurences principiem. Rīga ir nosacīti sadalīta divās daļās, un konkursa kārtībā līgumus par to uzturēšanu, tostarp pretslīdes apstrādi ziemā, ir ieguvušas divas pilsabiedrības: attiecīgi “Daugavas LABĀ krasta uzturētājs” un “Daugavas KREISĀ krasta uzturētājs”. Pilns tehniskās informācijas kopums (prasības, laika grafiki, darbu sastāvs, apjoms un specifikācijas) līdz šim ir ietverts līgumdokumentācijā. Atšķirībā no strikti plānojamajiem būvdarbiem, tāda sistēma ļauj elastīgāk manevrēt ar resursiem un pārorientēt tos atbilstoši īstermiņa prioritāšu izmaiņām un neparedzētu neatliekamo uzdevumu izpildei. No otras puses, tas rada zināmu subjektīvismu pasākumu tekošajā plānošanā, kā arī sarežģī darbu izpildes kvalitātes novērtēšanu. Lai no tā izvairītos, kopš 2013. gada 1. janvāra ir spēkā Rīgas domes 2012. gada 31. janvāra Iekšējie noteikumi Nr.13 *"Par Rīgas pilsētas pašvaldības ielu ikdienas uzturēšanas prasībām"*, kas pēc iespējas precīzi reglamentē ielu uzturēšanu un ir saistoši to uzturētājiem kā konkursā par attiecīgo līgumu, tā līguma turpmākajā izpildē.

B un C kategorijas ielas (maģistrālās ielas un būtiskākie rajonu nozīmes ielu posmi) paredz intensīvu sāls pielietošanu ar nolūku nodrošināt tīru no ledus segumu primārās nozīmes maršrutos. D un E kategorijas ielas, pa kurām kursē sabiedriskais transports (caurmēra rajonu nozīmes ielu posmi) stabilas ziemas apstākļos pieļauts uzturēt ar sniegoto brauktuvi, kas nokaisīta ar smilti, bet sāli pielieto tikai atsevišķos gadījumos (melns ledus u.c.). Pārējās D un E kategorijas ielās tiek veikta periodiskā sniega tīrīšana no brauktuves, lai nodrošinātu fiziskās pārvietošanas iespēju (fragmentārā pretapledošanas apstrāde pie krustojumiem un citās bīstamās vietās).

RDSB ielu uzturēšanas līgumu darbu specifikācijas, savukārt, uzdod tehnoloģiskās prasības ielu ziemas dienesta darbu izpildei (materiāli, aprīkojums, darba operāciju secība u.c. priekšraksti). Patlaban ir specificētas vairākas ceļu brauktuves apstrādes metodes. Tomēr praksē pamattehnoloģijas ir mitrā sāls un smilts-sāls maisījuma kaisīšana, kuras apmierina normatīvu prasības un ir ērtas darbu veicējiem, jo prasa līdzīgu darba pieeju (birstošo materiālu sagāde, sagatavošana un kaisīšana, iespējas izmantot universālā tipa tehniku). Izņemot gaisa temperatūru un noteikto ceļu uzturēšanas klasi, citi faktori, kas nosaka tehnoloģijas praktisku izraudzīšanu konkrētajā ceļa posmā ir: satiksmes intensitāte; seguma tips un tā tehniskais stāvoklis; nokrišņu veids un intensitāte. Sniega tīrīšana no brauktuvēm pilsētas apstākļos ir stipri apgrūtināta, tāpēc sniegainā laikā nozīmīga izmaksu pozīcija ir sniega mehanizētā savākšana un izvešana no ielām.

Koncentrējoties tieši uz sāls pielietojumu, 1.tabulā sniegti pieci praksē pielietotie ielu pretslīdes apstrādes materiāla veidi, kuru kaisīšanas rezultātā uz ielām un vidē nonāk sāls.

1. tabula. RDSB specificētās ceļu pretapledošanas apstrādes materiāla veidi.

Slīdamības samazināšana, tīrot un kaisot ar smilts sāls maisījumu	16 g/m ² (sāls)
Slīdamības samazināšana ar mitro sāli, izkaisot uz brauktuves –	10g/m ²
Slīdamības samazināšana ar mitro sāli, izkaisot uz brauktuves –	20g/m ²
Slīdamības samazināšana ar mitro sāli, izkaisot uz brauktuves –	30g/m ²
Slīdamības samazināšana ar mitro sāli, izkaisot uz brauktuves –	40g/m ²

Darbu izpildi RDSB kontrolē pārsvarā vizuāli, vērtējot ielu stāvokli un sekojot līdzī izpildīto darbu uzskaitē. Uzraugu automašīnas nav aprīkotas ar ceļa virsmas saķeres mērītājiem vai citām iekārtām, kas ļautu ieviest konkrētos darbu kvalitātes novērtēšanas kritērijus. Daļa kaisītāju ir aprīkoti ar attālinātās kontroles iekārtām, kas nodrošina transportlīdzekļu pārvietošanas datus uzņēmumu iekšējām vajadzībām. Šie dati ir pieejami RDSB caur tiešraides web-lietotni, tāpat dažu uzņēmēju sistēmas fiksē arī tehnoloģiskos režīmus (piem. sniega lāpstas stāvoklis, kaisīšanas norma u.c), lai gan to precizitāte vēl nav pietiekama automātisko darbu uzskaitē. Darbu līgumi neparedz izpildītājus stimulējošus mehānismus pretapledošanas sāls kopējā patēriņa samazināšanai un citu inovāciju ieviešanai ceļu ziemas dienestā.

Ielu uzturēšanas jautājumi ilgstoši nebija atbilstoši reglamentēti normatīvajā līmenī, kas saistīts ar šo darbu komplicēto sezonālo raksturu un to izpildes kvalitātes samērā brīvu traktēšanu, kam pamatā ir objektīvi plānošanas un kontroles sarežģītumi. Kamēr ielu uzturēšanu veica pašvaldības uzņēmumi, tās atsevišķa tehniskā regulēšana nebija akūti nepieciešama. Kopš šis ceļu darbu tirgus segments ir liberalizēts (konkurence, līgumattiecības), tas prasa stingru pamatotību, lai pasargātu no nevēlamu juridisko precedentu radīšanas, pildot līgumsaistības, un īstenotu uz sabiedrības interesēm optimāli orientētu ielu ekspluatācijas politiku.

Ceļu satiksmes likums uzliek pienākumu ceļu un ielu pārvaldītājam veikt ceļa joslas ekspluatāciju atbilstoši drošas satiksmes prasībām (kas ir konkrēti definētas ar lejupejošiem dokumentiem). Likuma normas paredz pat ceļu pārvaldītāja materiālu atbildību par satiksmes dalībnieku zaudējumiem, kas radušies pārvaldītāja pienākumu neizpildes gadījumā. Tāpēc, izstrādājot un vēlāk pilnveidojot ielu uzturēšanas

standartu un tajā nostiprinot konkrētus tehniskos kritērijus, jābūt pārliecībai, ka šīs normas tiks izpildītas pilnībā, jo to nenodrošināšanas gadījumā var rasties nepatīkami juridiski precedenti trešo personu materiālo zaudējumu piedziņai.

Rīgas domes 2012.gada 31.janvāra Iekšējos noteikumos Nr.13 *"Par Rīgas pilsētas pašvaldības ielu ikdienas uzturēšanas prasībām"* ir noteikts: *"8. Ielu ikdienas uzturēšanas darbu izpilde tiek plānota (...) ziemas sezonai (laikposmam no 15.oktobra līdz 1.aprīlim)"*. Pētījuma gaitā RDSD sliecās uzskatīt, ka pēdējo gadu praksē faktiskais ziemas periods ir par pusmēnesi nobīdīts pavasara virzienā salīdzinājumā ar noteikumos definēto: par to pieņemts uzskatīt 1.novembri – 15.aprīli (kas gan neatceļ uzturētāju gatavību uzsākt ziemas uzturēšanu arī agrāk). Šāda pieeja arī lietota Pētījumā, kaut gan rezultātā noskaidrojās, ka patiesībā faktiskais ziemas uzturēšanas periods ir no 1.novembra līdz 31.martam, savukārt izņēmuma papildinājumi oktobrī pirms tā un aprīlī pēc tā ir vienlīdzniecīgi un savstarpēji salīdzināmi. Septiņās sezonās kopš 2013. gada oktobris ir bijušas 11 dienas, kurās veikta pretslīdes apstrāde ar sāli, kopumā iztērējot 317 t sāls jeb 0,38% visa septiņu sezonu patēriņa, turklāt viena no šīm dienām bijusi pat pirms noteikumos noteiktā 15.oktobra – 12.oktobris (2016.), kad uz tiltiem izkaisītas 0,56 t sāls, tomēr praktiski viss oktobra sāls (299 t) izkaisīts tikai divās dienās jau tuvu novembrim: 25.10.2017 un 29.10.2019. Savukārt aprīļos bijušas 9 pretslīdes apstrādes dienas, kurās kopumā iztērētas 284 t sāls jeb 0,34% visa septiņu sezonu patēriņa, toties sešas no šīm dienām (2016. un 2017.gadā) bijušas pat pēc RDSD praksē pieņemtā 15.aprīļa, un pati vēlākā – 27.aprīlī (2017.) jeb veselu mēnesi pēc noteikumos noteiktās ziemas sezonas, kad uz tiltiem izkaisītas 5,06 t sāls, turklāt kopumā no aprīļa sāls jau pēc 15.aprīļa izkaisīts vairāk par trešdaļu (98 t). Līdz ar to Pētījuma beigās nav pārstrādāta Pētījuma gaitā uz sākotnējā pieņēmuma balstītā jau iestrādātā pieeja, ka faktiskā pretslīdes sezona ir 1.novembris – 15.aprīlis, necīgos oktobra sāls daudzumus pieskaitot novembrim un necīgos aprīļa otrās puses sāls daudzumus pieskaitot aprīļa pirmajai pusei.

RTU 2012 rekomendācija sāls pielietojuma aizstāšanai ar sniega tīrīšanu un izvešanu: *"Radikāli samazināt pretapledošanas reaģentu patēriņu pilsētas centrā var, lielāku uzsvāru liekot uz sniega operatīvu savākšanu un izvešanu no ielām, kuru šķērsriezumos nav vietas sniega vaļņu uzglabāšanai. Šo pieeju aktīvi izmanto Japānas un Kanādas pilsētu (nokrišņu normas ziemā 3-6 reizes lielākas nekā Rīgā) ielu uzturēšanā. Šinī gadījumā reaģentus pielieto mazās devās (5-10 g/m²), lai likvidētu paliekošu slidenumu, nevis izkaisa palielinātu daudzumu, lai kausētu visu sniegu un ledu. Salīdzinoši ar esošo tehnoloģiju (laterāla sniega tīrīšana + mitrās sāls kaisīšana), šis paņēmieni papildus prasa krietni lielāku ražošanas resursu mobilizēšanu un naudas izteiksmē ir apmēram 3-5 reizes dārgāks, bet pilsētas apstākļos dažviet var būt nepieciešams. Tas ļauj izvairīties no sniega uzkrājumiem brauktuves malā, atstājot satiksmei pilnu ielu šķērsriezumu un nodrošina ekoloģisko efektu, jo mazāk piesārņotā sniega nokļūst pieceļu augsnē.*

Pašreiz sniega savākšana Rīgā veicama fragmentāri pie sniega akumulācijas uz ietves vai brauktuves malā (10-25 tūkst.m³ sezonā). Kupenu izstrādi veic ar frontālajiem iekrāvējiem un roku darbu, sniegu iekraujot pašizgāzējos, un šī tehnoloģija nav piemērota lieliem darbu apjomiem. Pārejot uz sistematisku sniega izvešanu, jāpieturas pie ražīgas shēmas, tīrītājiem veicot ielas šķērsriezuma attīrīšanu ar secīgiem pārgājieniem, sniegu nostumjot uz malējo brauktuves joslu, no kuras tiek veikta pašizgāzēju pielādēšana ar speciālizētajām jaudīgajām iekārtām.

Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā, balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes

Tehnoloģisko resursu apjoma prognozei var uzdot sniega savākšanas shēmas aplēses parametrus Rīgā:

- ✓ *sniega izvešana tikai no pilsētas centra svarīgākiem ielu posmiem 1/10 no ielu kopplatības (500 000 m²);*
- ✓ *sniega segas biezums uz brauktuves vienas intensīvas snigšanas rezultātā – līdz 10 cm;*
- ✓ *pieļaujama sniega novākšanas laiks pēc puteņa beigām – līdz 8 h, pie lielas laika normas sniegs tiek piebraukts, salīp, un tā izstrāde kļūst sarežģītāka.*

Lai paveiktu šo darbu, nepieciešams izvest sniegu apmēram 16 000 m³ apjomā (darba procesā tā blīvums var pieaugt līdz 3 reizēm). Par tehnoloģisko komplektu izvēlēts sniega rotors un četri lielie (25 m³) pašizgāzēji: veic blīva sniega savākšanu līdz 100 m³/h (800 m³/maiņā) un aizvešanu līdz 15 km attālumā. Lai iekļautos laika limitā, vienlaicīgi jābūt 20 savācēju un ap 80 lielo pašizgāzēju uz līnijas un atbilstošam tīrītāju/kaisītāju skaitam. Pie tam izvestā sniega uzglabāšanai jāparedz vietas, rēķinot, ka vienlaicīgi deponējamā sniega apjoms var būt līdz 100 000 m³.”

Tieši 2019./20. gada ziemas sezonā tika uzsākts eksperiments ar sniega izvešanu bez sāls kaisīšanas ne uzreiz 1/10 ielu kopplatības, bet iesākumā – piecās ielās:

- Aizsaules,
- Bukaišu,
- Grostonas,
- Krāsotāju,
- Ropažu,

pārsvārā ne maģistrālajās, ne centrā un ar nelielu satiksmes intensitāti, lai gan šajā sarakstā izceļas Ropažu iela, kas tomēr ir visai nozīmīga un intensīva centram tuva iela. Diemžēl eksperimenta gaita līdz šim bijusi nepilnvērtīga dabas apstākļu dēļ: tieši šajā ziemā praktiski nebija sniega, ko izvest. Eksperimentu ir plānots turpināt, sagaidot arī ziemas ar izvedamu sniegu, tomēr jau pēc šīs sezonas var prognozēt, ka pat šādās ielās tā sekmes ir iespējamās tikai ierobežotā apmērā un nozīmīgākās intensīvākās ielās šī pieeja nebūs pielietojama sakarā ar RDSD sniegto informāciju, ka pat šoziem tomēr bija gadījumi, kad, lai neeksperimentētu ar cilvēkiem, būs vai nebūs upuri, nācās atkāpties no principa un šajās ielās ierobežoti pielietot sāli, kaut arī sniega nebija, tāpēc sniega izvešana kā līdzeklis slidenuma novēršanai nepastāvēja principā. Nav nekāda pamata uzskatīt, ka izvedama sniega neesamība veicina slīdību, kurpretī tā esamība novērsīs nepieciešamību preventīvi rīkoties, veicot pretslīdes apstrādi ar sāli.

Formulējot prasības masveida sniega novākšanas tehnoloģijas ieviešanai Rīgā, jāatzīmē šādi obligātie uzdevumi:

- ✓ *vairākkārt palielināt mobilizējamo ziemas dienesta tehnisko vienību skaitu;*
- ✓ *izstrādāt tehnoloģiskas shēmas un piesaistīt tās pie esošā satiksmes līmeņa;*
- ✓ *palielināt sniega izgāztuvju skaitu, ieviest sniega utilizāciju.*

Analizējot pašreizējo tehnoloģisko aprīkojumu, var secināt, ka uzdevuma nodrošināšanai attiecīgo tehnisko vienību skaits uzņēmējiem jāpalielina līdz 3 reizēs, kas prasa milzīgus kapitālieguldījumus spectehnikā un liela transportlīdzekļu skaita īri. Šī metode ir ekonomiski efektīva tad, ja notiek pastāvīga sniega akumulēšanās pie negatīvas temperatūras vai ar īslaicīgiem atkušņiem. Ja turpretī sniegputenim seko

*Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā,
balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes*

ilgstošs atkusnis, sniega izvešanu var neveikt, jo vaļņi brauktuves malā dažu dienu laikā dabiski nokūst ar ciešamiem traucējumiem satiksmei.

Šo ziemas dienesta pieeju pilnīgi adekvāti lieto sniega izvešanai no Vecrīgas, kur nevar realizēt citas stratēģijas, un fragmentāri – pilsētas centrālajās ielās kombinācijā ar taupīgu reaģentu pielietošanu. Darbu organizē pārsvarā naktīs laikā. Lieliem sniega savākšanas apjomiem ar ciešamiem traucējumiem satiksmei ieteicams izmantot speciālos lineārās gaitas un plātnišu vai rotortipa mehānizētos svaiga sniega savācējriekus, nevis frontālos iekrāvējus. Jābūt mobilizējamam lielumam skaitam transporta vienību, darbu operatīvai veikšanai (tas nozīmē uzņēmēja partnerību ar transporta uzņēmumiem, jo paša autoparks šajā periodā kalpo par šasijām sniega tīrīšanas un kaisīšanas aprīkojumam). Atsevišķi uzmanība jāpievērš sniega izgāztuvju ierīkošanai, ievērojot vides aizsardzības prasības.

3. Dažādu pretapledošanas apstrādes metožu un reaģentu salīdzinājums, izvērtējot to ietekmi uz infrastruktūras objektiem (ēkas, ceļi, tilti, lietusūdens kanalizācija u.c.), apstādījumiem, īpaši – kokiem, transportlīdzekļiem, mājdzīvniekiem, kā arī uz tehnoloģisko iekārtu nolietojumu un ekspluatācijas izdevumiem

(avots: RTU 2012, informācija saīsināta, aktualizēta un papildināta)

3.1. Pilsētvides pretslīdes apstrādes specifika

Mehanizētajai sniega tīrīšanai no pilsētas ielu brauktuvēm ir sava no ārpuspilsētas autoceļu apstrādes atšķirīga specifika, jo, izņemot atsevišķus posmus, to nevar veikt tā, kā uz ārpuspilsētas ceļiem, kur secīgos piegājienos lielā ātrumā ar mainīga augstuma frontālām un sānu lāpstām notīrīto sniegu izmet aiz nomales. Pirmkārt, ielās ir mazākas manevrēšanas iespējas, otrkārt, te var tikai ar šaurām taisnprofila frontālām lāpstām mazā ātrumā nostumt malā ierobežota augstuma un platuma sniega valni. Sniega uzkrājumus mēdz vairākkārtēji pārvietot no ietves vai platības starp ietvi un brauktuvi uz brauktuvi un atpakaļ, tāpēc ieteicamākas ir lāpstas ar profilētām gala sienām labākai sniega vaļņu formēšanai. Pilsētas apstākļos aktuālākas ir ātri maināmās sniega lāpstas, kuras noņem, kad veic tikai kaisīšanu.

Rīgas ielu pretapledošanas apstrādes pamattehnoloģijas ir mitrā sāls (ķīmiskā) un smilts-sāls maisījuma (abrazīvā-ķīmiskā) kaisīšana. Ķīmiskais paņēmiens paredz reaģenta pielietošanu, kas spēj kausēt ledu un sniegu plašā temperatūru diapazonā un likvidēt vai novērst ūdens piesalšanu ceļa segumam. Abrazīvo paņēmienu, savukārt, izmanto, lai paaugstinātu transportlīdzekļu riepu saķeri ar slideno segumu. Atšķirībā no abrazīvajiem materiāliem, kas tikai daļēji uzlabo ceļa saķeri, un no mobilitātes nodrošināšanas viedokļa to pielietošana attaisnojama ielās ar mazu satiksmes intensitāti vai laika apstākļos, kad ķīmiskais paņēmiens ir mazefektīvs, reaģenti spēj pilnīgi atjaunot augstvērtīgus braukšanas apstākļus. Proti, šīs tehnoloģijas ir nepareizi uzskatīt par tiešām alternatīvām.

Abrazīvajiem materiāliem ir pretslīdes iedarbība pie gaisa temperatūrām zem -10°C , kad sāls ir mazāk efektīvs. To kaisīšanas rezultāts ir vizuāli pamanāms; kaisāmais materiāls ir attiecīgi lēts, tomēr sakarā ar šīs tehnoloģijas lielāku materiālietilpību un darbietilpību salīdzinājumā ar sāls pielietošanu tā kopumā ir dārgāka. Abrazīvo materiālu pielietošana praktiski garantē noteiktā drošības līmeņa tūlītēju sasniegšanu, tāpēc to bieži pielieto paaugstināta riska vietās: ceļu posmos ar izteiktām garenprofila svārstībām (kāpumos, kritumos, tiltu nobrauktuvēs, pie krustojumiem). Starp abrazīvo pretslīdes materiālu trūkumiem ir gaisa piesārņošana ar putekļiem, ik pavasari ceļu brauktuves un nomales ir jāatbrīvo no sanesumiem, kaisītāja darba cikls ir līdz desmit reižu īsāks par sāls kaisīšanas ciklu, tātad palielinās transporta izmaksas un kaisīšanas darbu ilgums. Kaisot abrazīvos materiālus ceļos ar slēgto ūdens atvades sistēmu, jārēķinās ar papilddarbiem, to regulāri attīrot.

Abrazīvie materiāli mērķtiecīgi jālieto uz ietvēm un gājēju celiņiem, lai mazinātu ķīmisko vielu saskarsmi ar gājēju. Patlaban plaši pielietojamās dabīgās smilts (pamatviela – SiO₂) trūkums ir granulometriskais neviendabīgums un liels smalko daļiņu (<1mm) īpatsvars, kas noved pie īslaicīga kaisīšanas efekta un paaugstinātas putekļu izdalīšanās. Optimāli šīm vajadzībām izmantot akmens materiālus (sīkšķembas, izsijas, skalotā grants uc.) ar granulometriju 2–5 mm. Ielu kaisīšanai izmantojot vērtīgu granīta minerālmateriālu, daļu no tā var savākt pavasarī un pārstādāt (šķirot, mazgāt), atjaunojot tā kondīciju otreizējai izmantošanai (Ziemeļvalstu prakse).

Palielināt sāls normu (100-150 kg sāls uz 1m³ smilts) smilts-sāls maisījumā nav lietderīgi un pat kaitīgi. Sāls loma šeit ir tikai nodrošināt smilts pretsasalšanas apstrādi un veicināt smilts graudu iestiprināšanos ledus kārtā, izkausējot seklas kavernas tajā. Savukārt palielināta sāls norma izraisa smilts graudu iekušanu pārāk dziļi, neuzlabojot slidenas virsmas saķeri ar riepām. Rezultātā rodas dubļaina un joprojām diezgan slidena virsma. Abrazīvo materiālu pielietošanai uz ielu brauktuvēm jābūt saprātīgi limitētai, jo tas ir nozīmīgs putekļu emisijas avots, pie tam nešķīstošo vielu sanesumus pavasarī nepieciešams savākt un tie negatīvi ietekmē ielu drenāžas sistēmu darbību.

Granīta izsiju lietošana Ziemeļvalstīs saistīta ar šo vietējo dabas resursu pieejamību, savukārt Latvijā tādu nav. Granīts ir vulkānisks iezis, kas pamato tā šķembu augsto ķīmisko pasivitāti un nodilumizturību, tāpēc tās var utilizēt un atkārtoti izmantot. Negatīva iezīme ir tas, ka granīts ir mikroskopisko kvarca putekļu emitents. Tā vietā var izmantot Latvijā ražotas sīkšķembas no grants. Šinī gadījumā, atkarībā no atradnes, vulkāniskas izcelsmes daļiņu īpatsvars var būt līdz 80%, ar dažādu drupināto graudu saturu.

Latvijā ražotām dolomīta (noguluma iezis) šķembām piemīt zema nodilumizturība, kas saistīts ar ievērojamiem masas zudumiem un putekļu izdalīšanos pie berzes, tāpēc to utilizācija un atkārtota izmantošana ir apšaubāma. No šķembu ražošanas līdz kaisīšanas procesam var būt līdz 5 pārkraušanas cikliem, kuru laikā putekļos pāriet līdz 2% sākotnēji sagatavotā materiāla. Dolomīts pieder pie karbonātiem, tāpēc tā putekļi salīdzinoši labi integrējas augsnes struktūrā. Pie intensīvas kaisīšanas, atkušņu laikā var prognozēt šķīdoni ar suspendētiem dolomīta miltiem, kas atstāj aplikumu uz apaviem un mašīnām. Pierīgas dolomītu atradnes lielākoties ir izsmeltas vai tajās iegūļ ļoti zemas kvalitātes materiāls, savukārt labākie Latvijas dolomīti iegūstami Jēkabpils, Pļaviņu un pie Lietuvas robežas esošajās atradnēs.

Vajadzīgā sastāva dabīgo granti (ar mainīgu minerālo sastāvu, bet lielākoties granīta un kvarca daļiņām) var iegūt smilts skalošanas rezultātā. Piemēram, Vangažu smilts atradnē derīgās frakcijas īpatsvars veido līdz 25% no dabīgo iežu masas. Toties nedrupināto graudu forma ir noapaļota, kas pasliktina abrazīvās īpašības un var būt iemesls paaugstinātam materiāla zudumam no apstrādājamām platībām. Visiem vietējiem akmens materiāliem var nodrošināt stabilas piegādes. Plānojot materiālu iegādi jāreķinās ar to, ka akmens materiāliem ir relatīvi zema pašizmaksa, tāpēc to tīrģus cenu lielākoties nosaka transportēšanas attālums un citi loģistikas aspekti. Attiecībā uz visu veidu izsijām, var atzīmēt to cenas dinamikas īpatnību: tās ir lētas tikai kā būvniecības šķembu blakus produkts (ierobežotais daudzums), bet speciāli ražojot, to cena kļūst augstāka par šķembām, jo ir dārgāks to mērķtiecīgās ražošanas process.

Kaisīšana ir materiālietilpīga tehnoloģija, tāpēc būtu pareizi to balstīt uz vietējiem dabas resursiem, un tikai to praktiskā nederīguma rezultātā pāriet uz importētajiem akmens materiāliem. Pilnībā pārņemot, piemēram, Somijas

tehnoloģijas (granīta sīkšķembu kaisīšana, vēlāka savākšana un pārstrāde atkārtotai izmantošanai), darbu izmaksas pieaug 3–4 reizes salīdzinājumā ar pašreizējo smilts-sāls maisījuma kaisīšanu. Materiāla savākšana pavasarī un kondīcijas atjaunošana pati par sevi nav pašatmaksājama darba veicējam, tāpēc šim darbam jāparedz tehnoloģisko izmaksu pieaugums.

Ķīmisko reaģentu izkliešana uz brauktuves var veikt trijos veidos: sausā, samitrinātā un ūdens šķīduma veidā. Mitrā sāls kaisīšanas tehnoloģija to vidū ir universālākā, kas efektīva līdz pat -10°C . Tā deviņdesmito gadu vidū nomainīja sausā sāls tehnoloģiju un ļauj slidenuma likvidēšanas procesā ietaupīt līdz 30% materiāla salīdzinājumā ar sauso paņēmienu (attiecīgi samazinot neattaisnotu vides piesārņojumu ar sāli). Mitrā sāls kaisīšanas priekšrocības, salīdzinot ar sauso paņēmienu:

- augstāka kaisīšanas precizitāte un ātrums (sāls daļiņas kļūst smagākas un attiecīgi mazjutīgākas pret kaisītāja izraisīto gaisa turbulenci, kļūst vienmērīgāka kaisīšanas palete);
- labāka mitrināto reaģentu adhēzija segumam (šķidrums plēve nodrošina stabilu sāls kristālu pielipšanu segumam);
- taupīgāka pielietošana, jo samazinās sāls zudums;
- ātrāka iedarbība un ilgāks paliekošais efekts (nātrija hlorīda ledus kausēšanas efekts ir atkarīgs no vides mitruma).

Sāls izkausē sniegu (ledu), izveidojot šķīdumus ar zemu sasalšanas temperatūru, ja tā koncentrācija šķīdumā ir no 5%. Atkarībā no nokrišņu veida un to intensitātes sāls uz brauktuves veido brīvus vai saistītus šķīdumus. Sāls iedarbības rezultātā tiek sarauta saite, kas izveidojusies starp segumu un sniegu vai ledu un novājināta ledus kārtas mehāniskā struktūra, turpmāk segums paliek tīrs transporta kustības vai sniega tīrītāju darbības ietekmē. Gadījumos ar mazu satiksmes intensitāti vai posmos, kur netiek nodrošināta virsmas ūdeņu novadīšana, šķīdumi paliek uz ceļa un pēc reaģenta atšķaidīšanas līdz mazaktīvām koncentrācijām pastāv atkārtota apledošanas risks. Sāls kaisīšana prasa pareizu uz teorijas un uz reģionālās prakses balstītu dozēšanu.

Sāls kaisīšana pilsētā ir sarežģītāka nekā ārpuspilsētas ceļos, un to optimāli var organizēt divos režīmos:

- ✓ minimāli patērējot reaģentu, lai grautu ledus un sniega struktūru un saiti ar segumu, tālāk segumu attīrot mehāniski (ielās kur ir iespēja novākt sniegu uz nomali vai atdalošo joslu);
- ✓ ķīmiski kausēt sniegu un ledu ar paaugstinātu reaģenta daudzumu, izkausējot visu sniegu, tālāk sāls šķīdumi notek no ceļa virsmas ceļa drenāžas sistēmā, pateicoties brauktuves šķērskritumam (pilsētas centrā un ielās, kur nav operatīvas sniega tīrīšanas iespējas), alternatīva – sniega izvešana.

Mitrā sāls pielietošanas apsvērumi Rīgas ielās un kopumā valstī ir tehnoloģijas zemās izmaksas un Latvijas klimatam optimālā pretapledošanas iedarbība. Pretapledošanas šķīdumu pielietošanai ir būtiskas priekšrocības, kad vajadzīgais efekts sasniedzams ar pazeminātu reaģenta patēriņu (brauktuves apledošanas novēršana vai likvidēšana pie gaisa temperatūras ap 0°C , neliela sniega, atkalas, melnā ledus vai sarmas gadījumos). Šķīdumu izsmidzināšana nodrošina vienmērīgāku seguma apstrādi ar mazāku reaģenta daudzumu, process notiek ātrāk un ar mazākiem materiāla zudumiem, kā arī var efektīvi veikt sauso segumu preventīvo apstrādi.

Rīgas ielu uzturētāju rīcībā patlaban ir vairāk nekā 40 universālo kaisītāju. Uzņēmumi konsekventi attīsta šo aprīkojuma grupu, piešķirot tai arvien augstāku automatizācijas pakāpes iespēju:

- vilcēji ir mūsdienīgi vidējās kravnesības pašizgāzēji (MB, Scania, Volvo u.c);
- universālās birstošo materiālu kaisīšanas iekārtas (Schmidt u.c), kas darbojas pēc rotējošās plātes principa (simetriskā un asimetriskā kaisīšanas palete) ar datorizētām operatoru pultīm.

Runājot par kaisītāju automatizācijas pakāpi, Rīgas ielās izmantotajiem šādas prasības ir izvirzītas un RDSB ir pieeja attiecīgajiem datiem. Līdzīgi valsts galveno autoceļu uzturēšanā izmantojamie kaisītāji ir aprīkoti ar GPS uztvērējiem un tehnoloģisko režīmu sensoriem (lāpstas stāvoklis, kaisīšanas norma u.c.) automātiskai ceļu ziemas dienesta darbu uzskaitēi (nosaukums MBDE, izstrādātājs Novasib /Vācija/, ieviesējs un uzturētājs SIA Unimotors). Tomēr jāatzīst, ka sistēmas precizitāte pagaidām nav tāda, lai dati būtu pa tiešo izmantojami pušu savstarpējiem norēķiniem par izpildīto darbu. Pamatproblēmas ir sekojošas:

- sensori ir jutīgi pret darba vidi, bieži izejot no ierindas, vai detektējot procesu ar pārmērīgām novirzēm (virs 10%) no faktiskā;
- programmatūrā izmantojamā ĢIS platforma nav nokalibrēta attiecībā pret apstrādājamo ceļu posmu administratīvo piederību, tāpēc netiek automātiski sadalīti, piemēram, darbu apjomi, ko viens kaisītājs veic viena reisa laikā dažādu pasūtītāju ceļos.

Fiziski ielu nokaisīšana tiek izpildīta tikai manuālajā režīmā, operatoram iestādot un vajadzības gadījumā mainot materiāla izkliešanas normu un apstrādājamās joslas platumu. Šeit ir saskatāms pilnveidošanas potenciāls precīzākai sāls dozēšanai un operatoru noslogojuma samazināšanai, ko var realizēt adaptīvās kaisīšanas sistēmas, sākotnēji apsverot to ieviešanas ekonomisko lietderību. Tādi risinājumi ir jau pārstāvēti tirgū un integrējami ar uzņēmēju rīcībā esošajām iekārtām. Atbilstošs varētu būt autonomais risinājums, kad kaisītājs papildus tiek aprīkots ar virsmas analizatoru (parasti IR radars), kas dinamiski koriģē iestādīto sāls kaisīšanas pamatnormu atbilstoši ceļa seguma temperatūras un stāvokļa izmaiņām apstrādājamā posma ietvaros. Savukārt automātiskā apstrādājamās joslas platumā maiņa balstās uz iepriekš veicamajiem iestādījumiem GPS modulī (ievērtējot drošības salināšas, lokālos brauktuves paplašinājumus un sašaurinājumus u.c).

Ielu uzturēšanas dienesta speciālistiem jāpievērš pastiprināta uzmanība kaisītāju izkliešanas moduļu kalibrēšanai pirms ziemas sezonas un to pastāvīgai precizitātes kontrolei, lai novērstu sāls pārtēriņu tehnisku iemeslu dēļ un faktisko novirzi no darbu automātiskās uzskaites sistēmas datiem, jo kaisīšanas normas dati šajos ielu ziemas dienesta tehnikas automatizācijas risinājumos tiek nolasīti no kaisītāja pulsts, nevis mērīti pēc tieši izkliegtā materiāla daudzuma.

3.2. Mitrāis sāls NaCl

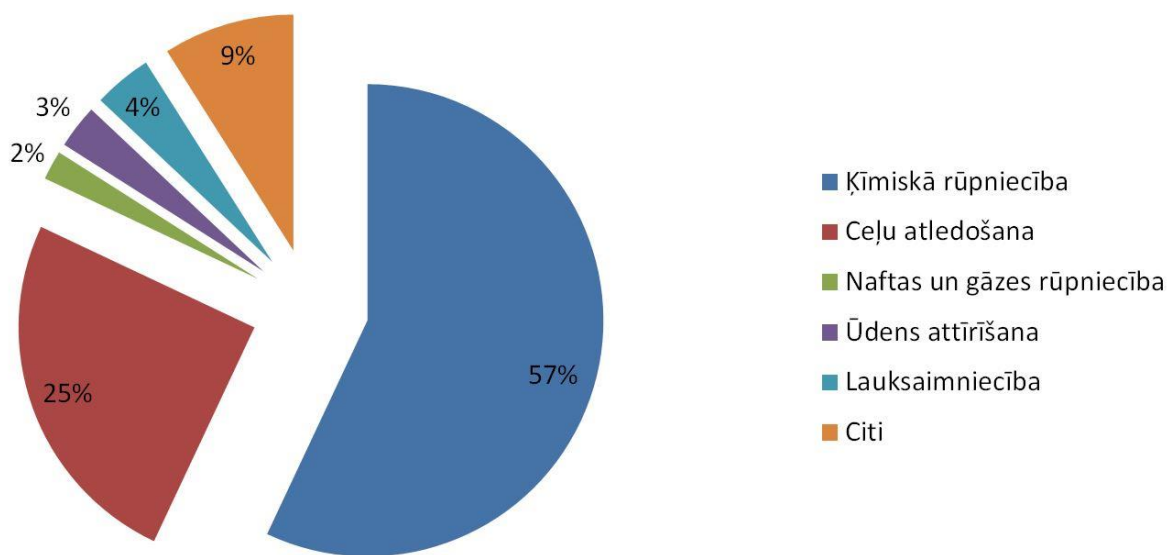
Sāli (nātrija hlorīds, NaCl) sāka izmantot ceļu pretapledošanas apstrādē 1950-os gados ASV. Līdz ar autotransporta nozares attīstību augusi arī sāls izmantošana tajā, un patlaban tas ir visizplatītākais pretapledošanas reaģents visā pasaulē. Tam pamatā

ir šā materiāla funkcionālo īpašību optimālā attiecība pret tehnoloģiskajām izmaksām, kā arī tā globālā izplatība dabā un attiecīgi pieejamība tirgū. Bez tam ceļu ziemas dienesta darbos sāli var izmantot maksimāli universāli (sausā, samitrinātā vai šķidrā veidā, kā arī kompozīcijās ar citu tipu reaģentiem un abrazīvajiem materiāliem), īstenojot reaktīvo (*de-icing*), aktīvo (*anti-icing*) vai kombinēto ceļu uzturēšanas stratēģiju.

Sāls ir visizplatītākais un no ieguves viedokļa pieejamākais nemetāliskais minerāls pasaulē. Esot pasaules okeāna ūdens sastāvā (> 3,5 %), sāls krājumi ir praktiski neizsmeļami un atjaunojami līdz ar ūdens riņķojumu dabā.

Šobrīd pasaulē iegūst apmēram 330 milj. tonnu sāls gadā (<https://roskill.com/market-report/salt>), tā ražošanas globālais tirgus ir strauji augošs, ar 4 % vidējo ikgadējo pieaugumu pēdējā dekādē. Sāls ir ļoti plaši izmantojams materiāls, kam identificēts vairāk par 14 tūkstošiem pielietojuma veidu. Vairāk nekā pusi ikgadēji saražotā sāls patērē ķīmiskā rūpniecība, un otrā lielākā patēriņa pozīcija ir ceļu pretapledošanas apstrāde, kam izlieto ceturto daļu pasaules sāls (<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/industrial-salts-market>, skat. 1. attēlu), kurš ir absolūti populārākais ceļu ledus kausēšanas reaģents visā pasaulē ar daudzkārtēju atrāvienu no tuvākajiem konkurentiem. Aptuvenie dati liecina, ka Latvijā tieši pretapledošanas sāls apjoms veido lielāko ikgadēji patērētā sāls tirgus daļu.

1. attēls. Globālais rūpnieciskā sāls tirgus pa pielietojuma veidiem, 2016 (%)



Sāli iedala pēc tā ieguves veidiem (<https://www.lstk.lv/s%C4%81ls-veidi.html>).

Akmenssāls jeb rupjais sāls

Akmenssāls atradnes veidojušās jūras ūdens iztvaikošanas procesā pirms miljoniem (un simtiem miljonu) gadu. Cietais sāls ar kalnrūpniecībā esošām metodēm tiek noārdīts, sasmalcināts, attīrīts un safasēts. Akmenssāls ir gandrīz tīrs NaCl, šāda

veida sāli labprāt izmanto rūpniecībā, arī pārtikas rūpniecībā un tirdzniecībā kā vārāmo sāli.

Vakuumsāls jeb ietvaices sāls

Iegūst no dabīgi vai rūpnieciski tapušiem sālsūdeņiem. Dabīgie veidojas, cieto akmensāli šķīdinot pazemes avotu ūdeņiem, izveidojoties sālsavotiem, kas nonāk virszemē vai pazemes sālsezeros. Rūpnieciskos iegūst, pievadot sāls atradnēs ūdeni ar „caurule caurule” sistēmu. Ietvaices sāli iegūst industriāli ar slēgto vakuumtvaicētāju palīdzību.

Jūras sāls

Iegūst no sāļūdenstilpju ūdeņiem ar iztvaicēšanas paņēmienu. Tā sauktajos “sāls dārzos” ūdens iztvaiko no saules siltuma, laika posmā no pavasara līdz rudenim. Ap 80 % jūras sāls ir NaCl, 20 % - citi sāļi u.c.. Piemaisījumus secīgi atdala noteiktās koncentrācijas pakāpēs, pirms ūdens pilnīgi iztvaikojis: ģipsi (kalcija sulfātu), magnija un kalcija sāļus u.c..

Loģistika veido sāls piegāžu izmaksu būtisku sastāvdaļu, tāpēc ceļu pretapledošanas apstrādei Latvijas tirgū ieved sāli no tuvākajiem reģioniem (pārsvārā Vācijas, Baltkrievijas un Ukrainas).

Sāls ķīmiski sastāv no nātrija (Na) un hlora (Cl) joniem – attiecīgi 39,34% un 60,66%. Sālim cietā veidā ir kubisku kristālu struktūra, tā graudu izmērs un forma ir atkarīgi no iegulu slāņa veidošanās procesa īpatnībām un ražošanas tehnoloģijas.

Tīram sālim raksturīga caurspīdīgi bezkrāsaini kristāli. Dabīgie sāls šķīdumi un no tiem izveidojušās nogulsnes līdz ar NaCl pamatvielu satur arī citus ķīmiskos savienojumus dažādās proporcijās, tāpēc sāls saturs galaproduktā ir mainīgs 94-99,9% robežās. Ķīmiskie piemaisījumi var piešķirt sālim attiecīgu nokrāsu (piemēram, sarkanbrūna nokrāsa liecina par kālija un/vai magnija klātbūtni).

Sāls pretapledošanas iedarbība jeb spēja kausēt ledu balstās uz tā, ka tā šķīdumam ūdenī ir zemāka sasalšanas temperatūra nekā tīram ūdenim. Sāls šķīšanas process ir elektrolītiskā disociācija, kad bipolārās ūdens molekulas hidratē nātrija un hlora jonus. Hidratētie sāls joni mazina ūdens molekulu spēju veidot ūdeņraža saites, tādējādi pazeminot šķīduma pārejas temperatūru no šķīdra agregātstāvokļa cietā.

Šķīšanas process ir nelineārs, un šķīduma komponentu koncentrācija tajā var abpusēji mainīties kopš pretapledošanas apstrādes brīža atkarībā no ārējiem apstākļiem. Piemēram, saskarsmes zonā ar ledu, sāls sākotnēji veido maksimāli koncentrētu šķīdumu, ko turpmāk atšķaida nokrišņi vai virsmas notece no brauktuves, kausējot pārējo ledus apjomu, līdz tas sasniedz termodinamisko līdzsvaru. Pretējais process notiek, kad pastāvīgos laika apstākļos ceļa segums žūst un no tā peļķēs un virsmas tekstūras dobumos paliekošajiem šķīdumiem iztvaiko ūdens, atstājot cietu sāls mikroslāni.

Pastāv tieša korelācija starp sāls koncentrāciju un agregātstāvokļa izmaiņām ar sekojošām likumsakarībām:

- pieaugot sāls saturam (šķīduma koncentrācijai), pazeminās šķīduma sasalšanas temperatūra un attiecīgi palielinās šķīduma kausēšanas spēja;
- augstākā temperatūrā sāls pretapledošanas iedarbība ir efektīvāka (kausē ātrāk un lielāku ledus daudzumu) un otrādi.

Šķīdumu piesātinājuma koncentrācija ir atkarīga no pamatvielas spējas šķīst ūdenī. Pēc piesātinājuma sasniegšanas tālāka sāls pievienošana izraisa pārsātinājumu un attiecīgi rekristalizāciju, kas nepaaugstina kausētspēju, bet rada kausētspējas rezervi.

Vides temperatūra ir būtisks, bet relatīvs faktors ceļu pretapledošanas apstrādē. Gaisa temperatūra un vides mitrums sāls iedarbības laikā svārstās līdz ar meteosituācijas attīstību. Gaisa un virsmas temperatūru gradients ir mainīgs un īslaicīgi var pat pārsniegt 10°C. To ietekmē arī ūdens agregātstāvokļa maiņas procesa siltuma patēriņš (kūstot) vai izdalīšanās (sasalstot).

Latvijā pastāvošajā ceļu pretapledošanas apstrādes praksē sāls kaisīšana var radīt sekojošus principiālus efektus.

1. Pamatmetode slidenuma likvidēšanai: reaģenta apjoms neliels, ar ko nevienmērīgi kausē pēc virsmas atfiršanas palikušo sniega vai ledus kārtu, mehāniski bojājot tās struktūru (veidojot kavernas graudu penetrācijas vietās) un kausējot ledu kontaktaukumā ar segumu (samazinot tā adhēziju virsmai). Pēc tam novājinātā ledus kārtas struktūra sabrūk satiksmes ietekmē vai, turpinoties snigšanai – veicot atkārtotu brauktuves notīrīšanu. Sāls ilgāk paliek uz ceļa, jo ir mehāniski saistīts un tā šķīduma notece no ceļa virsmas ir kavēta.
2. Slidenuma likvidēšana ceļu posmos ar ierobežotām iespējām ātri notīrīt visu sniegu – otra raksturīgā situācija: nepieciešams liels reaģenta apjoms un ilgāks laiks, lai pilnībā nokausētu visu ledu vai sniega kārtu, tāpēc sālīm pievieno smilti, kas mazina slīdību arī laikā, kamēr kārtā nav nokususi.
3. Slidenuma novēršana ar minimālo reaģenta daudzumu, kas nepieciešams, lai nepieļautu ceļa apledošanu: preventīva metode pirms gaidāmā apledošanas izveidošanās, efektīva, kad īstermiņā nepastāv ceļa atkārtotas apledošanas risks.

3.3. *Mitrais sāls NaCl + CaCl₂*

Kalcija hlorīdu (CaCl₂) ražo pēc ķīmiskā (reagējot nātrija hlorīdam ar kalcija karbonātu) vai termiskā paņēmieniem. Kalcija hlorīds ir balts, birstošs, higroskopisks (labi absorbē mitrumu), labi šķīstošs ūdenī materiāls, kas saistīts ar to, ka dabā tas ir kristālhidrāts (CaCl₂*6H₂O). Materiālu ražo un piegādā sausā (pārslas vai granulas ar vielas saturu 69-90%) un šķīduma veidā (koncentrācija līdz 30%). Kalcija hlorīds ir plaši izmantojama ķīmiskā izejviela, Latvijas tirgū brīvi pieejams. Ceļu vajadzībām var izmantot pretapledošanas apstrādē un grants segumu atputekļošanā. Kalcija hlorīds iekļauts valsts autoceļu uzturēšanas darbu specifikācijās un tiek fragmentāri izmantots maisījumos ar sāli.

3.4. *Citi neorganiskie pretapledošanas reaģenti*

Līdz ar nātrija un kalcija hlorīdu ceļu pretapledošanas apstrādē izmanto arī citus materiālus. Visi reaģenti, neatkarīgi no pielietošanas tehnoloģijas (sausie, samitrinātie, šķīdumi vai maisījumi ar abrazīvajiem materiāliem) ceļu ziemas dienesta kontekstā

ķīmiski darbojas analogiski: pazemina ūdens sasalšanas temperatūru un kausē ledu. Minētās īpašības dažādā pakāpē piemīt vairākām dabīgām un sintezētajām vielām.

Lielāko daļu starp pārējiem neorganiskajiem reaģentiem veido citi hlorīdi: $MgCl_2$, KCl ; hlora savienojumi ar elektropozitīvajiem ķīmiskajiem elementiem.

Magnija hlorīdu iegūst, iztvaicējot dabīgus šķīdumus vai no bišofīta iežiem. Magnija hlorīds ir kristāliska bezkrāsaina, ūdenī labi šķīstoša higroskopiska viela – kristālhidrāts ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Nav plaši izplatīts Eiropā, kā pretapledošanas reaģents izmantots pārsvarā Ziemeļamerikā un vienīgi ūdens šķīdumu veidā.

Kālija hlorīds (KCl) tiek ražots lauksaimniecības vajadzībām (kāliju saturošais mēslojums), savukārt tā pretapledošanas īpašības ir samērā vājas. Speciāli netiek lietots ceļu ziemas dienestā, bet tiek pārstāvēts dažos kombinētajos reaģentos, kuri tiek ražoti no ķīmiskās rūpniecības blakusproduktiem.

Kalcija nitrāts ($Ca(NO_3)_2$) tiek ražots kā minerālmēslojums un cementbetona cietēšanas piedeva pie zemām temperatūrām. Tas neizraisa koroziju un ir draudzīgs videi, tomēr tā pretapledošanas īpašības nav pietiekami izpētītas un pasaulē tas šīm vajadzībām netiek plaši pielietots.

3.5. Organiskie pretapledošanas reaģenti

Organiskās vielas (acetāti, formiāti, spirti): CMA , KAc , $NaFo$, etilēnglikols, etanols u.c. organiskā anjona savienojumi ar elektropozitīvajiem ķīmiskajiem elementiem.

Organiskos pretapledošanas reaģentus bieži pozicionē kā ekoloģisku un mazāk korozīvu alternatīvu hlorīdiem; daži no tiem ir darbaspējīgi ekstrēmi zemās temperatūrās. Pagaidām šo materiālu pielietošanas primārā joma ir specifisko vajadzību apmierināšana (lidlauku skrejceļu apstrādei, antifrīzi, pretapledošanas līdzekļi citām specvajadzībām), kur tā ir ekonomiski attaisnojama, tomēr visaptverošā koplietošanas ceļu un ielu apstrādē šo reaģentu izmaksas salīdzinājumā ar vienkāršo dabisko sāli ir daudz par dārgu pat pasaules attīstītākajām valstīm.

Kalcija magnija acetātu (CMA , $[CaMg_2(C_2H_3O_2)]_6$) iegūst etiķskābes un kaļķakmeņa ķīmiskā reakcijā. CMA piegādes forma ir pelēkas putekļainas granulas, tas ir kalcija un magnija acetātu maisījums, ($Ca/Mg=3/7$). Šī viela slikti adsorbē mitrumu, tāpēc ledus kausēšanas spēja ir zema. CMA var lietot mitrinātā un šķīdumu veidā, bet tas ir neefektīvs pielietošanai sausā veidā. CMA izmantošanas pieredze ceļu pretapledošanas apstrādē ASV un Ziemeļeiropā ir pretrunīga.

Potaša acetāts (KAc , $KC_2H_3O_2$) ir etiķskābes un kālija karbonāta reakcijas produkts. KAc ir balts, kristālisks, smalkgraudains pulveris, kas labi šķīst ūdenī. To plaši pielieto analītiskajā ķīmijā (reaģents – indikators), rūpniecībā (dehidratācijas

aģents) u.c. ar ceļu nozari nesaistītās jomās nesalīdzināmi mazākos apjomos par ceļu nozarē izmantoto sāli.

Ceļu ziemas dienesta vajadzībām var izmantot 50% KAc šķīdumu ūdenī ar korozijas inhibitoriem kā pamatreāģenta mitrināšanas šķīdumu vai tiešajā izsmidzināšanā.

Nātrija formiāts (NaFo , NaCH_2O_2) ir balts pulveris ar vielas koncentrāciju virs 92%. Reāģentu lieto kā betonēšanas piedevu un izejvielu organiskajā sintezē. Latvijā reāģents pieejams 50% šķīduma veidā. Pieredze šā materiāla ceļu pretslīdes apstrādē vēl nav uzkrāta, kaut gan daži pētījumi parāda tā pārākumu pār acetātiem pretapledojuuma un ekoloģiskajos aspektos. Nātrija formiātu un uz tā bāzes izveidotos maisījumus daudzviet pasaulē uzskata par perspektīvu organisko pretapledojuuma reāģentu un pēta tā īpašības. Acetāti un formiāti ceļu ziemas dienestam nepieciešamajā daudzumā Latvijā netiek piegādāti, jo tradicionāli neietilpst vietējās ķīmiskās rūpniecības izmantojamo reāģentu klāstā, un jebkurā gadījumā arī to ražošanas izmaksas nesalīdzināmi pārsniedz vienkāršā dabiskā sāls izmaksas.

Etilēnglikols ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$): organiska viela, bezkrāsains, viskozs šķidrums, ko ražo, pārstrādājot naftu, un plaši pielieto kā mehānismu antifrīzu, jo tam ir nenozīmīgs izplešanās koeficients sasalstot un zema korozīvā iedarbība. Etilēnglikols Latvijas tirgū ir brīvi pieejams. To pārsvarā pielieto lidmašīnu korpusu apledojuuma novēršanai un arī lidlauku skrejceļiem. Ceļu pretapledojuuma apstrādei to pielieto ūdens šķīdumu veidā tikai dažviet Ziemeļamerikā (eksperimentāli), bet etilēnglikola un citu viskozu šķidrumu pielietošana rada eļļainu plēvi uz ceļa seguma, kas samazina saķeres koeficientu pat uz neapledojuša ceļa, tāpēc neatkarīgi no tā ledus kausēšanas iegūtais efekts ir apšaubāms.

Karbamīds (Urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) – organiska viela balta pulvera veidā, ko iegūst amonjaka un oglekļa dioksīda reakcijas rezultātā. Latvijas tirgū materiāls pieejams lielos apjomos. To lieto pārsvarā lauksaimniecībā un ķīmiskajā rūpniecībā – darvu un līmju sintezē. Karbamīdu tradicionāli pielietoja lidlauku skrejceļu pretapledojuuma apstrādē un ir neliela pieredze tā lietošanai uz autoceļiem, kaisot sausā veidā, bet pretslīdes efekts ir ievērojami sliktāks nekā sālīm, tāpēc to lieto tikai kā vienu no komponentiem dažos pretapledojuuma maisījumos.

Atsevišķi jāatzīmē speciālie pretapledojuuma produkti, kas pārstāvēti ar individuālām preču zīmēm. To īpašības nav unikālas, jo šie materiāli ir tikai iepriekšaprakstīto pamatreāģentu kombinācijas ar piedevām. Šādu produktu deklarētā pievienotā vērtība ir plašāks darba temperatūru diapazons, zemāka korozīvā (ja satur inhibitorus) un vidi piesārņojošā (ja satur bioloģiski sadalošās vielas) iedarbība. Reāģentu maisījumu funkcionālās īpašības parasti ieņem vidējos lielumus, proporcionāli komponentu saturam, piemēram: CMA40 ($\text{CMA}/\text{NaCl}=40/60$). Savukārt, produktiem, kas satur atūdeņoto kalcija hlorīdu, piemīt sinerģiska iedarbība, pateicoties eksotermiskajam efektam vielas hidratācijas laikā. Šo materiālu cena salīdzinājumā ar sāli ir daudzkārt augstāka, arī piegādes forma un apjomi parasti atbilst fragmentārai pielietošanai (ietves, atsevišķu inženierbūvju brauktuves vai sāls mitrināšana klasiskajā ceļu pretapledojuuma praksē), tāpēc tos nevar uzskatīt par alternatīvu sāls vispārējam pielietojumam uz ceļiem un ielām.

Izņemot tīros reaģentus, pretapledoņuma iedarbība novērojama arī dažiem iežiem (karnalīts un kainīts, kas Latvijā nav izplatīti), dabīgiem sāļu šķīdumiem no dziļurbumiem un rūpniecības blakusproduktiem (piemēram, melase no cukura ražošanas un spirta brūžiem). Šādi blakusprodukti par konkurētspējīgām cenām ir izmantojami tikai to rašanās vietās. Šīm vielām, ņemot vērā to otršķirīgo nozīmi, parasti ir nestabils ķīmiskais sastāvs un daudz piemaisījumu, ierobežota pieejamība, kas ļauj tos izmantot tikai kā papildinājumu tradicionālajam ceļu ziemas dienesta tehnoloģiju klāstam. Piemēram, eksperimenti Zviedrijā apliecināja, ka, mitrinot sāli ar melasi "antiicing" stratēģijas ietvaros, sāls klātbūtnes laiks uz ceļa ir līdz 40% ilgāks, nekā klasiskajā mitrā sāls tehnoloģijā, pateicoties tam, ka viskozā melase stabili pielīmē sāls graudus pie virsmas, samazinot to nelietderīgos zudumus.

Potenciāli ceļu pretapledoņuma apstrādē var izmantot Kembrija horizonta dziļurbumu mineralizētos ūdeņus. Šo dziļurbumu tīkls Latvijā ir pietiekami labi attīstīts: tikai Rīgas apkaimē vien ir ap 10 ūdensņemšanas vietu (savulaik izveidotas ārstniecisko ūdeņu iegūšanas vajadzībām, tostarp Gailezers un Ķemeri). Šo ūdeņu mineralizācijas pakāpe ir vidēji 120g/l, tostarp hlorīdu saturs ir līdz 100g/l, un tos varbūt var izmantot par mitrināšanas šķīdumu mitrā sāls kaisīšanas tehnoloģijā, kā arī apstrādājot kaisāmo smilti (laistot krautnes). Tāpat šo ūdeņu horizonts ir atklāts lietošanai Gudenieku naftas atradnes tuvumā. Perspektīvā attīstot rūpniecisko naftas ieguvī, būs vajadzība pastāvīgi izlietēt šos ūdeņus vai atrast tiem pielietoņumu, piemēram ceļu pretapledoņuma apstrādē, bet nav ekonomiski attaisnota to ieguve mērķtiecīgi izmantošanai ceļu pretapledoņuma apstrādē, kā arī tie vispār nav aktuāli kā alternatīva sālīm, jo to pretapledoņuma reaģents ir apmēram tas pats: hlorīdi ar nātrija hlorīda pārsvaru.

3.6. Cīvalstu pieredze ielu ziemas uzturēšanā

Vērtējot Rīgas ielu ziemas uzturēšanas pilnveidošanas iespējas, jāieskatās citu valstu pieredzē. RTU 2012 ir analizēta informācija par Stokholmu, Kopenhāģenu, Olborgu, Helsinkiem, Pori, Varšavu un Maskavu. Savukārt kaimiņvalstu galvaspilsētās Tallinā un Viļņā lieto tādas pašas ielu pretapledoņuma apstrādes metodes kā Rīgā.

Helsinkos uz galvenajām un rajonu nozīmes ielām pielieto sāļu šķīdumus (NaCl, CaCl₂) pie gaisa t° > -7°C, bet zemākās temperatūrās – granīta sīkšķembas. Te jānorāda uz sīkšķembu pielietoņuma atšķirīgo iespējamību un lietderību: Somijā tas ir vietējais resurss, kas Latvijā ekonomiski neattaisnojas, un Somijā zemākas temperatūras ir noturīgākas, attiecīgi nodrošinot izkaisīto sīkšķembu ilgstošu efektu, kamēr Latvijā tās ir epizodiskas, drīz vien nomainās ar augstākām, un, katrā jaunā zemas temperatūras epizodē no jauna kaisot sīkšķembas, to patēriņš ar attiecīgiem izdevumiem un piesārņojuma uzkrāšanos vidē iznāk daudz lielāks.

Pori pilsētas ielu uzturēšanai papildus lieto mitro sāli un ar sāls šķīdumu mitrinātu smilti. Somijā diezgan liela uzmanība tiek veltīta sāls ekoloģiskās slodzes analīzei, kas saistīts ar to, ka dzeramā ūdens resursu rādītāji klinšainā teritorijā ir cieši saistīti ar gruntsūdeņu kvalitāti. Tomēr somu zinātnieki pagaidām nedod ceļu

dienestiem praktiskas rekomendācijas citu reaģentu lietošanai sāls vietā. Patlaban materiālu rotācijas princips Somijā ir ielu uzturēšanas sāls normu samazinājums vai abrazīvo materiālu pielietošana sāls vietā ekoloģiski jutīgās teritorijās. Somu speciālisti atzīst, ka sabiedrība ir kopumā apmierināta ar satiksmes drošības līmeni. Lielākais granīta izsiju trūkums ir minerālo putekļu pieaugums pilsētas gaisā, kas sevišķi attiecas uz cilvēku veselībai bīstamajiem kvarca putekļiem. Lai to novērstu, ielas periodiski laista ar vāju 4% CaCl_2 šķīdumu, kas ir higroskopisks un piesaista mitrumu sausā laikā, kavējot putekļu izdalīšanos. Pavasarī izdodas savākt vairāk par 50% izkaisīto akmens materiālu, tiek veikta to kondīcijas atjaunošana (šķīrošana, mazgāšana) un sagatavošana nākamajai ziemas sezonai.

Kopenhāgenas ielu ziemas uzturēšanai pielieto tikai sāli mitrinātā vai šķīdumu veidā. Šīs metodes ir pieņemamākas par smilts un smilts-sāls maisījuma kaisīšanu ielu drenāžas sistēmu apkopei. Zīmīgi, ka Dānijas klimats ir līdzīgāks Latvijai nekā Somijas klimats.

Varšavā ielu uzturēšanai pielieto tikai ķīmiskos reaģentus: mitrināto NaCl un $\text{NaCl}/\text{CaCl}_2$ maisījumu, t.i, prakse līdzīga Baltijas valstu un Dānijas galvaspilsētām. Klimats – mērens, līdzīgs Rīgai, nedaudz siltāks.

Atsevišķi jāizceļ Maskavas pieredze, jo tā savā ziņā ir unikāla: atteikšanās no pretapledošanas sāls lietošanas bija pēcpadomju pašvaldības principiālais politiskais uzstādījums. Tāpat arī tā Rīgai ir interesanta sakarā ar visai līdzīgo klimatu, kas Maskavā tomēr ir jūtami kontinentālāks, ar aukstākām un sniegainākām ziemām un noturīgākām temperatūrām ar mazāk krasām svārstībām. Kopš 1995. gada tika paveikts apjomīgs darbs sāls alternatīvu meklējumos. No abrazīvajiem materiāliem kategoriski atteicās, jo to pielietošana bija nepieņemama pilsētas drenāžas sistēmai. Sešu gadu laikā tika izmēģināti 28 pretslīdes reaģenti, pētījumu programmā iesaistot autoritatīvas zinātniskas iestādes. Par vispiemērotākajiem tika atzīti pieci reaģenti, kuru masveidīgu lietošanu uzsāka 2003. gadā, sākotnēji pilnībā aizstājot sāls kaisīšanu. Lūk, to īss pārskats, pielietošanas joma un paredzamais patēriņš ziemas sezonā:

- ✓ HKM: CaCl_2 ūdens šķīdums ar fosfātu korozijas inhibitoriem, pielieto uz ielām un maģistrālēm (240 000 t);
- ✓ HKF: CaCl_2 75% kristālhidrāts ar fosfātu inhibitoriem, pielieto uz ielām un maģistrālēm (74 400 t);
- ✓ Nordiks-P: $\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (kālija acetāta) ūdens šķīdums ar fosfātu inhibitoriem, pielieto uz nozīmīgākajām maģistrālēm un Kremļa teritorijā (43 000 t);
- ✓ Antisneg: amonija acetāta ūdens šķīdums, pielieto uz ielām un maģistrālēm (57 300 t);
- ✓ Biomag: MgCl_2 ūdens šķīdums ar inhibitoriem, pielieto uz ielām (57 000 t);
- ✓ NKMM: kalcija-magnija urīnskābes nitrāts, pielieto pagalmos un parkos, kā arī gājēju celiņiem (20 000 t);
- ✓ kopā: 491 700 t (salīdzinājumam – vidējais sāls gada patēriņš Rīgā: ~12 000 t jeb ~40 reīžu mazāk).

Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā, balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes

Rezultātā ziemas darbu budžets ievērojami pieaug, un Maskavā ielu ziemas uzturēšanas relatīvās izmaksas bija apmēram 10-kārt lielākas nekā Rīgā. Ieviešot šķīdros reaģentus, iegādājās vairāk par 1000 atbilstošu tehnisko vienību (Rīgā ir 13,6 reizes mazāk iedzīvotāju, bet platība tikai 8,25 reizes mazāka: var pieņemt, ka Rīgā proporcionāli vajadzētu ~120 vienību, bet maigākā klimata dēļ – mazāk par 100) un sāka realizēt pilsētas sniega novākšanas un utilizācijas shēmu.

Sākot šo materiālu praktisko lietošanu, atklājas to vairāki trūkumi:

- ✓ HKM faktiski kļūst neefektīvs pie $t^{\circ} < -3^{\circ}\text{C}$, bet atkušņa laikā veido slidenu eļļas plēvi uz brauktuves, rezultātā pieaug negadījumu skaits;
- ✓ NKMM piemīt paaugstināta tērauda korozijas agresivitāte;
- ✓ daži reaģenti sasilst uz ceļa, atjaunojot slidenumu;
- ✓ reaģentu praktiskā pielietošana nedeva tik augstus rezultātus iedarbības ātrumā un paliekošajā pretapledošanas efektā, kā laboratorijas testos.

Situāciju objektīvi raksturoja fakts, ka ievērojami pieauga satiksmes negadījumu, gājēju traumu un iedzīvotāju alerģisko reakciju biežums. Vēlāk tik veikta šo reaģentu atbilstības pārbaude sanitāri higiēniskajām normām, jo atbildīgajām valsts institūcijām bija aizdomas par to negatīvu ietekmi. Piemēram, tika konstatēts, ka NKMM ir izteikti toksisku amonija savienojuma emitents. Hidrologi apliecināja, ka masveidīga organisko vielu izmantošana negatīvi ietekmē slēgtās ūdenstilpes. Savukārt pielietojamie hlorīdi pēc savas iedarbības uz vidi un konstrukcijām principiāli neatšķirās no sāls ar tā nevēlamajiem blakusefektiem.

Ielu lietotāju vidū tolaik valdīja neizpratne, jo tika solīts augstāks satiksmes drošības līmenis un sāls negatīvo blakusparādību novēršana, tomēr minēto produktu pielietošana kopumā neattaisnoja cerības, un par šo jautājumu Krievijas presē notika asas diskusijas. Tika uzsvērts, ka ar jaunām tehnoloģijām daudz eksperimentē, atraujoties no realitātes, un to ieviešana tiek veikta pārāk strauji, bez pietiekamas priekšizpētes. Tas pats attiecās uz materiālu daudzumiem: 2002. gadā Maskavas ielās izkaisīja ap 400 000 t tehniskā sāls (relatīvi pret platību – apmēram četrkārt vairāk nekā mūsdienu Rīgā, kas noteikti nav proporcionāli klimatiskajām atšķirībām un liecina par pārtēriņu), bet nākamajā gadā bija ieplānots tikpat daudz (pat vēl vairāk) alternatīvo reaģentu. Tāda pieeja, nesamazinot kumulatīvos vidē ievadāmos ķīmisko reaģentu apjomus, principā neļauj ievērojami samazināt ekoloģisko slodzi, bet gan noved pie viena veida kaitējuma aizstāšanas ar citu. Turklāt nevienu no augstākminētajiem reaģentiem nevar uzskatīt par absolūti jaunu produktu, kā tos prezentē. Daudzās valstīs līdzīgi produkti tikuši izmēģināti vai lokāli pielietoti tikai specifiskām vajadzībām, un to efektivitātes vērtējumi ir pretrunīgi.

Analizējot vērtīgo Maskavas pieredzi, var atzīmēt sekojošus posmus:

- ✓ pārēja no tradicionālās smilts-sāls maisījumu kaisīšanas uz izšķērdīgu tīra sāls pielietojumu bez tehniski, ekonomiski un ekoloģiski pamatotiem taupības pasākumiem;
- ✓ iedzīvotāju neapmierinātība un populistiska lēmuma pieņemšana par pāreju uz "nekaitīgajiem reaģentiem";
- ✓ jaunu reaģentu ātra izstrāde, ražošana un pielietošana bez pietiekamas teorētiskās bāzes, personāla apmācības u.c.;
- ✓ jauno reaģentu neatbilstība cerībām, kas kopā ar ievērojamiem

izdevumiem un satiksmes un gājēju drošības samazināšanos rada vēl lielāku sabiedrības neapmierinātību.

Sākotnēji Maskavas pašvaldība uzstāja, ka nepieciešams laiks, lai personāls apgūtu jaunas tehnoloģijas un dziļāku izpratni par šo produktu mērķtiecīgu lietošanu, un ka jāattīsta ielu stāvokļa prognozēšanas sistēma, proti, tika atzīts, ka nepieciešams konsekventi pilnveidot visu tehnoloģisko ciklu, jo tikai materiāla nomaiņa būtisku uzlabojumu nedod. Tāpēc Maskava atgriezās pie sāls un tā ķīmiskajām modifikācijām kā pie pamatreģenta, toties nopietni pievērsās tā taupīgas lietošanas aspektiem, kas ir visa šā eksperimenta pozitīvais rezultāts, bet bija sasniedzams arī bez šā eksperimenta. Alternatīvo ielu pretapledošanas reaģentu apjoms patlaban kopumā samazinājies līdz 30-40%, aktīvi lietojot tikai uz kalcija un magnija hlorīdu bāzes izveidotos produktus: tas joprojām ir lielāks alternatīvo reaģentu īpatsvars nekā Rīgā (kalcija hlorīds), bet te vēlreiz jāuzsver, ka kalcija hlorīdu Rīgā pielieto temperatūrās zem -10°C , kādas Maskavā ir ievērojami biežāk, tāpēc, iespējams, alternatīvo reaģentu pielietošanas prakse mūsdienu (pēceksperimenta) Maskavā un mūsdienu Rīgā ir ļoti līdzīga.

Sāls joprojām paliek pretapledošanas reaģents Nr.1 visā pasaulē. Tā pozīcijas ir sevišķi spēcīgas ārpusēto ceļu uzturēšanā. Citi populārie reaģenti ir kalcija un magnija hlorīdi, kuru izvēli sāls vietā nosāka to efektivitāte zemās temperatūrās un reģionālās lietošanas īpatnības. Uz šo hlorīdu bāzes tiek veidots arī absolūtais vairākums specializēto produktu: uz hlorīdu bāzes izveidotie materiāli nosedz vairāk par 90% pasaules pretapledošanas ķīmisko vielu patēriņu.

Acetātu, etanola un citu organisko vielu efekts ir labi zināms, bet praktiskās lietošanas impulss šo reaģentu grupai tika dots, kad CMA sāka ražot pēc vienkāršotās tehnoloģiskās shēmas, etiķskābei reaģējot ar dolomīta miltiem. Tas ļāva ievērojami samazināt tā cenu un pašlaik ASV strādā pie CMA iegūšanas tehnoloģijas no attīrīšanas iekārtu aktīvajām dūņām, kas padarīs šo materiālu vēl lētāku un pieejamāku.

Ziemeļamerikā CMA tiek uzskatīts par pilnvērtīgu pretapledošanas reaģentu, tomēr tā izplatību kavē augsta cena un tehnoloģiskie sarežģījumi. 1991.gadā ASV kongress pieņēma noteikumus (*Surface Transportation Efficiency Act*), saskaņā ar kuriem tiek dotēta CMA pielietošana uz tērauda tiltiem, kuru uzturēšanai pielietojot CMA valsts ceļu fonds atlīdzina līdz 90% tehnoloģisko izmaksu ar mērķi ietaupīt uz starpremontu periodu pagarināšanas rēķina. Šo un citu reaģentu pielietošana uz ceļiem un ielām speciāli netiek veicināta un paliek ziemas darbu veicēju kompetencē. Acetātu specializēto reaģentu ražošanas līderis apjomu ziņā ASV un Eiropā ir uzņēmums *Cryotech*. Materiālu piegādes cenas nav zināmas, jo reālas piegādes Baltijas reģionā nav nodrošinātas. Savukārt ir pieejams Somijas ceļu administrācijas atzinums par CMA eksperimentālo lietošanu kā tiešu alternatīvu sālim:

- ✓ no tehnoloģiskā viedokļa CMA ir līdzīgs sālim; kaisot sauso vai mitrināto materiālu, var pielietot esošo tehniku;
- ✓ CMA tilpumsvars ir 1,59 reizes mazāks par NaCl, savukārt izkļiedēšanas normas 1,3 reizes lielākas par sāli;
- ✓ kaisītāja cikls ir apmēram divkārt īsāks, nekā kaisot sāli;
- ✓ CMA efektivitāte pie $t^{\circ} < -5^{\circ}\text{C}$ ir zemāka, un tam ir mazāka sniega

Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā, balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes

- kausētspēja nekā sālim;
- ✓ CMA ir mazāk korozīvs par sāli, toties ekoloģiski varētu būt vēl kaitīgāks kā organiskais piesārņotājs ar augstu ķīmisko un bioloģisko skābekļa patēriņu, tāpēc to nevar uzskatīt par labāku alternatīvu sālim.

ASV dažos štatos sāls lietošanu neparedz vietējā likumdošana un tur aprobežojas ar smilts kaisīšanu, pazeminot prasības pret ceļu ziemas uzturēšanas efektivitāti. Organisko reaģentu kaisīšana vēl nekur pasaulē (izņemot Maskavu pilsētas mēroga eksperimenta gadus) netiek masveidā lietota sāls vietā, šo materiālu pielietošanai pagaidām ir lokāli eksperimentāls raksturs.

Industriāli attīstītās Rietumeiropas un Ziemeļamerikas valstīs pastāv apkomīgas pretapledošanas materiālu izpētes programmas, kuru ietvaros sintezē un izmēģina jaunus produktus. Pagaidām to lielākoties nosāka tehnoloģiskā progresa inerce un tieksme realizēt inovatīvus risinājumus, ja pat dotajā brīdī tiem nav stabila ekonomiskā pamatojuma.

Kopumā ārzemju pieredze liecina, ka atteikties no sāls pielietošanas Rīgā nebūtu pamatoti. Pretapledošanas reaģentu tirgū nav viennozīmīgi labāku materiālu par hlorīdiem. Sāls nomaīņa ar citiem materiāliem nevar būt pašmērķis, bet gan precīzi jāapzinās vēlamais efekts un tā sasniegšanai nepieciešamie līdzekļi. Jebkuru jauninājumu ieviešana var veiksmīgi notikt tikai balstoties uz pētījumiem un eksperimentiem šajā jomā, kam seko vadlīniju izstrāde praktiskai pielietošanai un nepārtraukta ielu ziemas uzturēšanas modeļa pilnveidošana.

3.7. Elektriski apsildāmas ietves un gājēju ielas

Apsildes lietderība ir atkarīga no siltuma avota, jo, izmantojot likvīdus energoresursus, tā ir pārāk dārga un nevar tikt ieviesta masveidā.

Ar lielu satiksmes platību apsildi aktīvi eksperimentē Japānā, piemērojot alternatīvos enerģijas avotus (saules enerģiju, ģeotermālo un otrējo siltumu), bet pagaidām nevar nonākt pie ievērojamas kopējo izmaksu samazināšanās, lai apsilde izmaksu ziņā kļūtu konkurentspējīga ar pretapledošanas materiālu lietošanu. Kopumā situāciju var raksturot tā: jo lētāks enerģijas avots, jo apsildes sistēmas kļūst tehniski komplicētākas un palielinās to instalācijas un ekspluatācijas izdevumi. Latvija ir energoresursu importētāja, tāpēc to cenas šeit vienmēr būs relatīvi augstas, un ielu segumu apsildes variants nav reāls, toties ir vērts izskatīt tās lietderības aprēķinu fragmentāri ietvēm.

Veicot aprēķinu elektriski apsildāmas ietves izmaksām ar Latvijā pieejamo sildkabeļu tehnoloģiju, iegūti šādi rezultāti:

- ✓ pieņemtā apsildes platība 100m² (caurmēra ietve gar vienu māju Rīgas centrā 2,5x40m);
- ✓ Rīgas klimatam atbilstoša elektroapsildes jauda – 250 W/m²;
- ✓ sistēmas darbības laiks Rīgā – 450-500 h/gadā;
- ✓ instalācijas izmaksas – 35-40 EUR/m²;

- ✓ elektrības izmaksas – ap15 EUR/m² ietves gadā.

Sildkabeļu sistēmas ir ļoti vienkāršas un uzticamas ekspluatācijā. Darbības princips paredz, ka apsilde ieslēdzas snigšanas sākumā un secīgi kausē visu sniegu, vienmēr nodrošinot tīru ietvi. Tādas pašas sistēmas tiek lietotas arī ēku noteku un karnīžu apsildei, lai novērstu lāsteku veidošanos. Tomēr Rīgas centrālās daļas elektrotīkls ir maksimāli noslogots, tāpēc dažviet var nebūt tehnisku iespēju šo sistēmu ierīkošanai (atļautā jauda).

Vadoties no šiem datiem, komunālo dienestu speciālisti var spriest, cik tas ir pieņemami. Attīstītākajās valstīs tas ir izdevīgi sakarā ar dārgo sētnieku roku darbu, kura aizstāšana ar elektrības izmaksām mēdz būt pat taupības pasākums. Šā iemesla pēc Ziemeļeiropas pilsētās (Helsinki, Stokholma, Oslo) elektriski apsildāmās ietves un gājēju ielas nav retums, tomēr Latvijas ekonomiskajā situācijā izmaksu proporcijas ir citādas un elektrības izmaksas neattaisno sētnieku darba ietaupījumu. Tomēr, veicot ietvju seguma nomaiņu Rīgā, var realizēt elektroapsildes projektu vietās ar lielu gājēju intensitāti un pavērot tās darbības efektivitāti, neizslēdzot, ka atsevišķās konkrētās vietās šāds risinājums varētu būt pielietojams. Rīgas mērogā kopumā apsildāmu ceļu un ietvju būvniecība un ekspluatācija ir ekonomiski neattaisnota, un ir apšaubāms, ka pašvaldība varētu un tai vajadzētu uzņemt šādu pasākumu.

3.8. *Ceļu pretapledošanas reaģentu salīdzinājums: funkcionālās īpašības, tehnoloģiskās izmaksas, ekoloģiskie un korozīvie blakusefekti*

Lai izvērtētu ķīmiskās alternatīvas sālīm, jāuzdod primārie salīdzināšanas parametri. Tie ir: pretapledošanas iedarbība, tehnoloģiskā izmaksas un blakusefekti (ekoloģiskā slodze, korozīvā iedarbība). Vērtējot specializētos produktus, uzmanība jāakcentē uz to sastāvā ietilpstošo pamatreāģentu salīdzināšanu, jo modifikācijas principiāli neatšķiras un tiem nepiemīt brīnumainas, bet gan tikai ar dažādām sekmēm optimizētas pamatreāģentu īpašības. Kopumā uzsvars tiek likts uz CaCl₂ un CMA rādītājiem, jo šie materiāli jau diezgan plaši tiek lietoti ceļu ziemas dienestā ārzemēs gan kā tiešā alternatīva sālīm, gan arī daudz efektīvāk – kā sāls īpašības uzlabojošas piedevas.

Ceļu ziemas dienestu alternatīvie pretapledošanas reaģentu salīdzināmi pēc šādiem rādītājiem:

- aktuālā kausēšanas spēja: ledus masa, ko spēj izkausēt reaģenta vienība pie noteiktas temperatūras (Rīgai aktuāli līdz -3°C, jo pie tās un augstākas gaisa temperatūras statistiski visbiežāk veidojas ceļu apledojums);
- darba temperatūras diapazons: zemākā praktiskās pielietošanas temperatūra, ņemot vērā turpmāko vielas atšķaidīšanos uz seguma (līdz -20°C ekstremālajās situācijās Rīgā);
- aktīvās iedarbības laiks: periods, kamēr reaģents atrodas uz ceļa un nav pilnīgs tā darbības koncentrācijas zudums (ieteicams ne mazāks par 2 stundām).

Kalcija hlorīda priekšrocība zemās temperatūrās ir tā, ka pie -7°C un zemākām temperatūrām sāls kausē ledu daudz lēnāk, bet kalcija hlorīdam aktīvs kausēšanas process turpinās, jo, higroskopiskajam kalcija hlorīdam sākotnēji absorbējot mitrumu kristālhidrāta izveidei, izdalās siltums, savukārt sālim pie zemām temperatūrām uz seguma ir limitēts brīva ūdens apjoms, ko varētu iesaistīt šķīduma paātrinātai veidošanā.

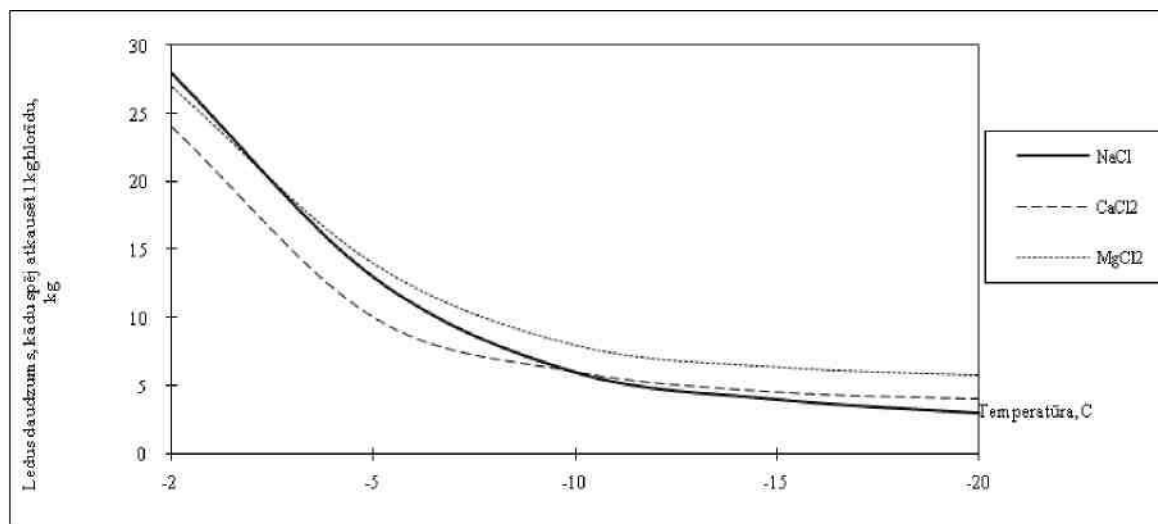
CMA priekšrocība pār neorganiskajiem reaģentiem ir tā, ka atšķaidoties tā šķīduma sasalšanas temperatūra pieaug lēnāk. Šā reaģenta pielietošana funkcionāli attaisnojas pie temperatūrām zem -15°C , jo, piemēram, pie -10°C attiecīga NaCl šķīduma koncentrācijai jābūt ne mazākai par 15%, bet CMA – par 22%. Respektīvi, CMA pielietošanas gadījumā jāreķinās ar lielāku materiāla patēriņu, kas pie tam vēl ir daudz dārgāks par sāli. Organiskos reaģentus uzskata par videi draudzīgu alternatīvu sālim (to joni neuzkrājas un pakļaujas bioloģiskajai sadalīšanai), tomēr ekoloģiskās slodzes mazināšana pirmkārt saistīta ar vidē ievadāmo ķīmisko vielu summārā daudzuma samazināšanu, bet Latvijai aktuālajā temperatūru diapazonā šo vielu nepieciešamās izkliešanas normas būtu lielākas par sāli, tāpēc ekoloģiskās slodzes samazināšana būtu apšaubāma, uz ko jau norādījusi Somijas ceļu administrācija (skat. iepriekš): CMA ir mazāk korozīvs par sāli, toties ekoloģiski varētu būt vēl kaitīgāks kā organiskais piesārņotājs ar augstu ķīmisko un bioloģisko skābekļa patēriņu, tāpēc to nevar uzskatīt par labāku alternatīvu sālim.

Sausa nātrija formiāta pretapledošanas iedarbība ir līdzvērtīga sausam sālim, tomēr samitrinātā sāls pirmās pusstundas efekts ir labāks. Spēja secīgi kausēt ledu un ievērojamā laika periodā uzturēt šo tendenci abiem šiem reaģentiem ir labāka, nekā kalcija hlorīdam, acetātiem un karbamīdam, un tam ir primāra nozīme, likvidējot apledošanu sliktā tehniskā stāvoklī esošās brauktuvēs, kur iespējama ilgstoša šķīdumu atrašanās (risēs, bedrēs, iesēdumos), jo ir mazāks šo šķīdumu atkārtotas sasalšanas risks.

Reaģentu kvantitatīvā spēja kausēt ledu ir atkarīga no temperatūras, un uz hlorīdu piemēra tā parādīta 2. attēlā (eksperimentālie laboratorijas pētījumi, līdz kausēšanas process pilnīgi apstājas). Šī sakarība pierāda, ka šo vielu kumulatīvā kausēšanas enerģija ir līdzīga (neskatoties uz atšķirīgu iedarbības laiku). Faktiski sāls ir ar vislielāko kausētspēju no visiem, pārspējot magnija hlorīdu, temperatūrās virs $-3,5^{\circ}\text{C}$. Pie $t^{\circ} < -10^{\circ}\text{C}$ tā kausētspēja kļūst mazāka nekā kalcija hlorīdam, savukārt arī tīra kalcija hlorīda pielietošanas lietderība ir apšaubāma, jo tā iedarbība ātrāk izbeidzas un ir iespējama virsmas atkārtota apledošana. Šā iemesla pēc šādās temperatūrās optimāls ir NaCl/CaCl₂ = 3/1-5/1 maisījums, kurā kalcija hlorīda piejaukums paātrina pirmo ledus kušanas efektu, savukārt nātrija hlorīda pārsvars iegūto rezultātu saglabā.

Ceļu pretapledošanas reaģentu patēriņš atkarīgs no vairākiem faktoriem un, lai objektīvi salīdzinātu to pielietošanas normas, jālieto unificētie dati (piem., skat. 2. tabulu). Sāls pieder efektīvo reaģentu grupai ar zemu pielietošanas normu.

2. attēls. Hlorīdu spēja kausēt ledu atkarībā no temperatūras



2. tabula Kanādā pielietojamo autoceļu pretapledošanas reaģentu normas

Pretapledošanas materiāls	Mērvienība	Izklied. Norma
Nātrija hlorīds	kg / 2 br. Joslām	130
Kalcija hlorīds	kg / 2 br. Joslām	130
Magnija hlorīds	l / 2 br. Joslām	595
CMA	kg / 2 br. Joslām	220
Nātrija formiāts	kg / 2 br. Joslām	130
Karbamīds	kg / 2 br. Joslām	210
Smilts	kg / 2 br. Joslām	570

Ceļu pretapledošanas reaģenti var ietekmēt ar tiem saskarē nonākušo priekšmetu nolietojumu, veicinot materiālu koroziju. Tās mehānisms labi izpētīts tādiem materiāliem kā metāls, betons un dzelzsbetons, savukārt korozīvā ietekme uz asfaltbetonu, gumiju un polimēriem ir minimālā. Materiālu korozija ir komplicēts process; transportlīdzekļu virsbūvju un ceļu elementu virsmas tiek pakļautas kompleksai korozīvai iedarbībai, kad papildus pretapledošanas reaģentiem to lielā mērā ietekmē arī izplūdes gāzes, nokrišņi, mikroorganismi, ūdens sasalšanas/atkusuma cikli, mehāniskie bojājumi u.c..

Hlorīdi veicina betona fizisko koroziju, veidojot augošus nogulsņņumus materiāla porās. Savukārt organisko reaģentu iedarbība uz betonu saistīta ar dažādas pakāpes intensīvu bioloģisko koroziju, un daži pētījumi konstatē, ka noteiktos apstākļos, piemēram, CMA ir agresīvāks pret betonu nekā sāls. Mūsdienu betonēšanas (gaisu iesaistošās piedevas, inertie minerālie aizpildītāji, pietiekama stiegrojuma aizsargkārtā) un betona virsmas apstrādes (impregnēšana, hidrofobizācija u.c.) tehnoloģijas, kā arī tiltu tehniskie risinājumi ļauj gandrīz pilnībā izslēgt uz brauktuves

nonākušā sāls ietekmi uz betona konstrukcijām. Sāls iedarbība vairāk ietekmē nokalpojušās, bojātās un nekvalitatīvās betona konstrukcijas.

Metālu korozija pētījumā galvenokārt attiecas uz tēraudu kā autotransporta industrijā dominējošo metalurģisko sakausējumu. Ceļu pretapledošanas reaģenti ietekmē tērauda elektroķīmiskās korozijas procesu, kas norisinās šķidro elektrolītu vidē (ūdens, sāļu šķīdumi). Daudzi pētījumi netieši norāda, ka pretapledošanas sāls normām un iedarbības ilgumam nav viennozīmīgi koroziju veicinoša ietekme. Tā, piemēram, režīmā apstrāde/žāvēšana (reālie transportlīdzekļu ekspluatācijas apstākļi) korozija ir par 30-40% intensīvāka, nekā gadījumā, kad paraugi uz visu laiku tiek novietoti sāls šķīdumā; maksimālā tērauda korozijas attīstība novērojama pie sāls šķīduma koncentrācijas 5%, bet pie augstākas tā būtiski nepalielinās. Tas norāda, ka sāls korozīvā iedarbība uz tēraudu nav proporcionāla tā koncentrācijai vidē un izšķirošā loma ir visu agresīvo ārējo faktoru mijiedarbībai.

Korozīvā iedarbība uz tēraudu nātrija un kalcija hlorīdiem ir līdzīga, bet magnija hlorīdam tā ir izteikti mazāka. Acetātiem, formātiem un uz etanola bāzes izveidotajiem reaģentiem tā ir nenozīmīga un zemāka nekā ūdenim. Tas saistīts ar to, ka organiskie savienojumi ap tēraudu veido aizsargplēvi, kas mazina dzelzs oksidāciju. Jāatzīmē, ka transportlīdzekļu metāla korozija notiek ne tikai ķīmisko reaģentu iespaidā ziemas sezonā. Šis process notiek visu gadu, un to ietekmē arī citi faktori, pārsvarā tie ir gaisa rādītāji: ķīmiskais sastāvs, putekļi un mitrums. Gaisa temperatūras svārstības izraisa materiālu un to aizsargpārklājumu mikroplaisas, kas ir pamatiemesls dziļai korozijai. Automobiļu ekspluatācijai ir raksturīgs vairāku faktoru komplekss (metāla pārklājuma tips un kvalitāte, mehāniskie bojājumi utt.), tāpēc nevar apgalvot, ka hlorīdu iedarbība konkrētā procesā ir noteicošā, bet tā ir ievērojama un pieaug, līdz ar pretapledošanas reaģentiem pielietojot abrazīvos materiālus.

Lai vājinātu reaģentu korozīvo iedarbību uz tēraudu, tiem pievieno korozijas palēninātājus (inhibitorus). Šis efekts piemīt fosfātu un hromātu grupu ķīmikālijām un organiskām eļļām. Fosfāti ir lētāki un pieejamāki, jo tos lielos daudzumos piegādā lauksaimniecības vajadzībām. Aizsardzības efekts balstās uz dzelzs fosfāta fāzes plēves izveidošanos uz tērauda virsmas, mainot korozijas raksturu: čūlu korozija pāriet lēnākā vienmērīgajā korozijā. Konkrēti inhibitoru varianti ir: nātrija fosfāti ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$); parastais ($\text{Ca}[\text{H}_2\text{PO}_4]_2$) un dubultais ($\text{Ca}[\text{H}_2\text{PO}_4]_2 + \text{P}_2\text{O}_5$) superfosfāts. Inhibitoru pievienošana sāls ražošanas procesā varētu panākt minimālu kaisāmā materiāla sadārdzinājumu, tāpēc jānoskaidro vai sāls ražotāji būtu spējīgi to nodrošināt vajadzības gadījumā.

Jebkuru ķīmisko materiālu lietošana atstāj iespaidu uz apkārtējo vidi. Tās tiešā izpausme ir augsnes, kā arī virsmu un gruntsūdeņu piesārņošana, palielinot attiecīgo ķīmisko elementu koncentrācijas (hlorīdu piesārņojums) vai barojošo vielu koncentrācijas ar bioloģiskā un ķīmiskā skābekļa patēriņa pieaugumu (organiskie savienojumi). Tam seko ietekme uz augu valsti un veidojas apstākļi dabiska bioloģiskā līdzsvara izmaiņām. Šo procesu dziļākai analīzei jāpaliek ekologu kompetencē, savukārt praktiskajā plānā uzmanība jāpievērš atbilstībai sanitāro normu prasībām un ķīmisko emisiju ierobežošanai pieļaujamo limitu ietvaros, kuru ievērošana nodrošina ilgtspējīgu un cilvēku veselībai un dabai drošu vidi. Šāda

rakstura ekoloģiskās problēmas pagaidām nav plaši izplatītas Latvijā, un tas nestimulē ceļu pārvaldītājus īpaši uzsvērt vides aizsardzību pastāvošajā ceļu ziemas dienesta modelī.

Lai sāls (līdzīgi – arī citi reaģenti) varētu efektīvi kausēt ledu, tā koncentrācijai uz brauktuves jābūt vairākkārt lielākai par ekoloģiskajām normām. Veidojoties šķīdumiem, tie turpina konsekventi atšķaidīties un faktiski vidē nokļūst vāji šķīdumi, ko var uzskatīt par ūdeņiem ar augstu mineralizācijas pakāpi. Pretapledošanas sāls nokļūšanai vidē ir divi pamatvirzieni:

- ūdenstilpes – šķīdumiem tieši nokļūstot tajās no virsmas ūdeņu novadīšanas sistēmām (tilti, novadgrāvji);
- grunts – šķīdumiem infiltrējoties augsnē atkarībā no reaģentu tipa tie var veidot nogulsņumus vai šķidrā veidā turpināt vertikālu infiltrāciju gruntī.

Atkarībā no ielas sajūguma veida ar zaļo zonu, pieceļu gruntī tieši nokļūst 20–63 % izlietotā sāls daudzuma, kas ar gaisu tiek pārnesta un nogulsnējas 2–40 m attālumā no ceļa, bet vairāk nekā 90 % piesārņojuma akumulējas tieši līdz 20 m attālumam.¹ Jo tālāk no ceļa, jo mazāks grunts piesārņojums. Sāls nokļūst gruntī arī pateicoties virsmas notecei, piesārņotā sniega pārvietošanai uz nomali, šķīduma šļakatām un gaisā suspendēto šķīduma pilienu pārnēsāšanai ārpus ceļa klātnes. Tāpēc ieteicams segumu pretapledošanas darbus veikt tā, lai pēc iespējas mazāka daļa reaģentu nokļūtu ceļmalas gruntī, kur tie ir kaitīgi, un attiecīgi lielāka daļa paliktu uz brauktuves, kur tie ir vajadzīgi.

Hlorīdi dažādās koncentrācijās pastāv dabā, to saturu konkrētajā vietā nosaka ūdens riņķojuma izraisītais uzkrāšanas/atšķaidīšanas process un hlorīdu piesārņojuma līmenis. Hlorīdi veido disociētus ūdens šķīdumus ar katjonu Na^+ , K^+ , Mg^{2+} vai Ca^{2+} un anjonu Cl^- , un tādā veidā tos uztver ielu malu augi. Katjonus veidojošie metāli nepieciešami organismu attīstībai, savukārt hlors netiek aktīvi iesaistīts bioloģiskajos procesos. Pie paaugstināta hlora satura apmaiņas process palēninās un pieaug tā koncentrācijā šūnās, izraisot organismu toksiskas reakcijas. Sāls akumulēšanās augsnē notiek ziemas periodā, pārējā laikā notiek tā izskalošana ar nokrišņiem un gruntsūdeņiem. Sāļi no grunts, pateicoties ūdens riņķojumam, nokļūst ūdenstilpēs. Ir pierādīts, ka, pārtraucot hlorīdu kaisīšanu, to koncentrācija nogulumu tipu gruntīs (kas veido ģeoloģisko pamatni Latvijā) pakāpeniski samazinās (izskalojas), tātad šis piesārņojums ir atgriezenisks.

Organiskajiem reaģentiem ir cits ietekmes uz vidi mehānisms: kad viela ir izšķīdusi ūdenī, sākas organiskā anjona biodegradācija, kuras pilns cikls atkarībā no vides temperatūras var ilgt vairāk par mēnesi. Piemēram, acetāta anjons ($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$) un formiāta anjons (CH_2O_2^-) ir nenoturīgi un pakļaujas bioloģiskajai noārdīšanai ar baktērijām, izdaloties H_2O un CO_2 . Šajā procesā tiek patērēts bioķīmiskais skābeklis (BSP) 0,5–0,7 grami uz 1 gramu tīrā reaģenta. Tas rada siltumnīcas efektu veicinošas

¹ Rīgas centra ielu apstādījumu ekoloģiskais stāvoklis, G.Čekstere, 2009, http://www.silava.lv/userfiles/file/Latvijas%20Vegetacija/Lat_Veg_20_2009.pdf

gāzes papildemisiju un negatīvi ietekmē ūdenskrātuves ar sliktu reaerāciju, toties šo vielu iedarbības rezultātā grunts un ūdeņu ķīmiskais sastāvs tiek ietekmēti īslaicīgi un pārejoši.

Sāls neietekmē gaisa kvalitāti, kaut gan dažos pētījumos uzskatīts, ka nenozīmīga daļa tiek suspendēta gaisā putekļu veidā. Ņemot vērā sāls higroskopiskumu, mitrums saista sāli un gaiss var būt tikai tā transportētājs līdz gruntij vai ūdenim. Gaisa piesārņojums ar hlorīdiem nav aktuāls. Tehniskais sāls satur līdz 0,2% ūdenī nešķīstošu piemaisījumu, kuru daļa kaisīšanas rezultātā var pāriet putekļos. Savukārt acetātu un formiātu sadalīšanās rezultātā izdalās CO₂. Acetāti šķīdņā veidā emitē gaistošos organiskos savienojumus (ēteri), kas nav izteikti toksiski, bet lielās koncentrācijas rada sadzīviskas neērtības un veicina alerģiskās reakcijas.

Abrazīvo materiālu kaisīšanas īpatsvara palielināšana var ietekmēt suspendēto vielu PM₁₀ saturu gaisā, kas ir gaisa kvalitātes rādītājs.

Nav informācijas par rūpnieciskā un pārtikas sāls negatīvo ietekmi uz pilsētas rūpnieciskajiem un sadzīves notekūdeņiem, bet konstatēts, ka vienīgais ķīmiskais elements, kurš Rīgas bioloģiskajās attīrīšanas iekārtās patlaban netiek optimāli izdalīts, ir fosfors, tāpēc reaģentu ar fosfātu piedevām lietošana nav pieņemama bez iespējamo seku padziļinātas analīzes.

Objektīvi nevar spriest par sāls un tā piedevas dzelzs cianīda ietekmi uz pilsētas dzeramā ūdens resursiem, jo ūdenim no Daugavas attiecīgo ķīmisko elementu koncentrācijas ir daudzkārt zemākas par maksimāli pieļaujamo normu, savukārt ūdenim no Baltežera urbumiem ir ievērojama dabiskās mineralizācijas pakāpe. Dzeramā pazemes ūdens rūpnieciskā ieguve Rīgā veicama no kvartāra horizonta, virs kura atrodas mālainie ūdensnecaurlaidīgie grunts slāņi. Tas novērš gruntsūdeņu vertikālo filtrāciju līdz dzeramā ūdens horizontam un izslēdz piesārņojošo vielu tiešo nokļūšanu tajā.

Pēc kaisīšanas sāls no brauktuvēm nonāk lietus kanalizācijas kolektoros un vaļējos grāvjos un kopā ar citiem virsmas ūdeņiem nonāk Daugavā. Notekūdeņu attīrīšana no hlorīdiem nav paredzēta, jo to pieņemamais saturs tiek nodrošināts ūdens masu saplūšanas rezultātā. Ielu drenāžā nonākušā sāls ietekme uz pilsētas saldūdens ūdenstilpēm ir nenozīmīga, jo ūdeņu izlaide Daugavā notiek Rīgas jūras līča tiešās hidroloģiskās ietekmes posmā. Šeit ir dabiskas sezonālas hlorīdu koncentrācijas svārstības, proti, faunas un floras elementiem ir tradicionāli augsts tolerances līmenis pret sāli. Daugavas ūdeņi Rīgas robežās uzskatāmi par mēreni piesārņotiem, to kvalitāti būtiski ietekmē piesārņojums, kas veidojas Daugavas sateces baseinā (ostas termināli un ražošanas uzņēmumi). Paaugstināts sāls un citu hlorīdu daudzums Rīgas ūdenstilpēs nav novērots un potenciāli var izraisīt problēmas tikai slēgtās ūdenstilpēs, kur tā koncentrāciju nemazina pastāvīga ūdens apmaiņa.

Ja neorganiskie reaģenti regulāri nokļūst zaļajā zonā, notiek to šķīdumu infiltrācija gruntī, kam seko šķīstošo vielu rekristalizācija, paaugstinot grunts mineralizāciju. Rezultātā augsne kļūst blīvāka, samazinās tās ūdens un gaisa caurlaidība, palielinās ūdens uztveres spēja, mainās vides pH līmenis, pieaugot sārmainībai. Uz augiem šie procesi var atstāt sekojošu negatīvu ietekmi: samazinās

ūdens un skābekļa piekļūšana saknēm, palēninot veģetācijas procesu un koki aug lēnāk, nekā parastos apstākļos, jo nesaņem mikroelementus un ūdeni nepieciešamā apjomā. Lielas nevajadzīgo nātrija jonu koncentrācijas kavē vajadzīgo kālija jonu uzņemšanu. Vienlaicīgi saknes absorbē hloru jonus no sāļu šķīdumiem un palielinās to koncentrācija lapās, negatīvi ietekmējot fotosintēzi. Ielu apstādījumu novērojumos konstatēts, ka hloru joni uzkrājas koku lapās, palēninot augu attīstību. Pastāvīgi uzkrājoties hloram, dažu gadu laikā var tikt sasniegts toksisks līmenis, pie kura var vizuāli pamanīt lapu malu bojājumus vai pilnīgu lapu nekrozi. Rezultātā samazinās koku salizturība un imunitāte pret kaitēkļiem un slimībām. Tas viss kompleksā ar pārējiem pilsētvides agresīviem faktoriem veido nelabvēlīgos apstākļus koku attīstībai.

Jāatzīmē, ka dažādu koku šķirņu tolerance sālim svārstās plašā intervālā, jo mainoties dabīgiem augšanas apstākļiem, dažiem izdevies pielāgoties paaugstinātai sāls koncentrācijai. Jebkurā gadījumā kokiem gar pilsētas ielām ir īsāks mūžs, ar ko jārēķinās, savlaicīgi veicot to nomaiņu, iestādot jau stabilus un dzīvotspējīgus (5-10 gadu vecus) kokus.

Ziemā koki patērē minimālu ūdens daudzumu, bet ziemā izkaisīto sāli uzsūc veģetācijas periodā. Par dažiem pretslīdes produktiem (CaCl_2 , KCl , karbamīds u.c.) ražotāji apgalvo, ka tie esot pilnīgi nekaitīgi un pat uzlabojot augsnes struktūru, jo esot mēslojumi, bet tas nav korekti, jo minētais efekts sasniedzams, tos mērķtiecīgi lietojot lauksaimniecības vajadzībām, kurpretī kaisīšanas procesā tie nokļūst augsnē dažādās neregulētās koncentrācijās, kurām var būt kā pozitīvas, tā arī negatīvas ietekmes. Tas pats attiecas uz fosfātu inhibitoriem, kas uz augsnes sasāļšanas fona daļēji samazina ietekmi uz augiem, kompensējot hloru uzkrājumus ar paaugstinātu fosfora saturu, bet šis efekts nav ilglaicīgs, nevar būtiski ietekmēt situāciju, turklāt to pašu iepriekšminēto iemeslu dēļ var arī nebūt pozitīvs.

Acetātu un formiātu grupas reaģentu iedarbība uz augiem ir nenozīmīga, tie vislabāk atbilst ekoloģiskajām normām, un tos var ieteikt lietošanai jutīgo koku tuvumā, kaut gan to sadalīšanās process līdz galam nav izpētīts. Atkarībā no ārējās vides parametriem, tas var norisināties arī gruntī, atņemot skābekli augiem. Tāpat organisko produktu ietekmē novērojams vitamīnu $\text{NO}_3\text{-N}$ un $\text{PO}_4\text{-P}$ daudzuma samazinājums augsnē.

Atsevišķi vajadzētu izcelt kalcija hlorīdu, jo tā pielietošanu var nodrošināt ar esošajām tehnoloģijām un tā piegādes sistēma ir labi organizēta. Tā praktiskā pieejamība un spēja salīdzinoši mazās koncentrācijās sniegt būtisku efektu pie zemām temperatūrām padara lietderīgu tā izmantošanu sāls mitrināšanā zem -10°C temperatūrās, vairumā gadījumu aizstājot abrazīvo materiālu pievienošanu ar labāku efektu. Tātad nātrija un kalcija hlorīdi un to kombinācijas ir tie pamatreāģenti, kas Latvijas klimatiskajos apstākļos var risināt praktiski visus ceļu pretapledošanas apstrādes uzdevumus stratēģiskajos autotransporta infrastruktūras objektos un līdz minimumam samazināt abrazīvo materiālu pielietošanu zemajās temperatūrās.

Dažādu pretapledošanas reaģentu īpašību salīdzinājums dots 3. tabulā.

3. tabula. Dažādu pretapledojuuma reaģentu īpašību salīdzinājums

Parametri		Analizējamie pretapledojuuma reaģenti			
		NaCl	CaCl ₂	CMA	NaFo
Pretapledojuuma iedarbība	<i>Darba temperatūra,</i>	Līdz -10	līdz -20	līdz -7	Līdz -10
	<i>Kausētspēja g/g pie t -5°C, 3 h</i>	8,60	6,20	3,00	8,00
	<i>Izkliedēšanas norma g/m²</i>	22	22	37	22
	<i>Iedarbības ātrums</i>	ātri	Vētraini	ļoti lēni	ļoti ātri
	<i>Pielietošanas stratēģija</i>	jebkura	Jebkura	slidenuma novēršana	Jebkura
Tehnoloģiskums	<i>Uzglabāšana</i>	vaļējā veidā slēgtās telpās	iepakojumā, higroskopisks	Iepakojumā, puteklains	Iepakojumā
	<i>Lietošana</i>	Izkliedēšana ar universālajiem kaisītājiem; mitrināšanas šķīdumu sagatavošana ar esošām iekārtām (izņemot CMA, kuram nepieciešama šķīdumu piespiedu pārmaisīšana)			
	<i>Darba drošības tehnika</i>	Parasta	Īpaša	Īpaša	Īpaša
Korozīva ietekme	<i>Betons</i>	Veicina	Veicina	Veicina	nav datu
	<i>Tērauds</i>	Veicina	Veicina	Mazina	Mazina
Ekoloģiskā slodze		dažādā pakāpē negatīvi ietekmē pieceļu stādījumus, veido nogulsņējumus gruntī		veicina slēgto ūdenstilpju eitrofikāciju, pasliktina gaisa kvalitāti	
Komp- leksie aspekti	<i>Piegādes</i>	Stabilās piegādes jebkurā daudzumā; vairāki piegādātāji Latvijas tirgū		Lai nodrošinātu stabilas piegādes, nepieciešama stratēģiska partnerība ar ražotājiem	
	<i>Relatīvā cena</i>	1	5-9	8-12	9-14
Kopvērtējums		Pamatmateriāls ceļu pretapledojuuma apstrādē	Izmantojams pie pazeminātām temperatūrām sāls vietā vai maisījumos ar sāli	Potenciāli izmantojams kā piedeva sālim	Var lietot "jutīgajās" zonās

Sāls nenoliedzamās priekšrocības, salīdzinājumā ar alternatīvajiem reaģentiem:

- labāka pretapledojuuma iedarbība Latvijai aktuālajā temperatūras diapazonā;
- krietni zemākas pielietošanas izmaksas;
- daļēji arī ekoloģiskais faktors: sāls ir pilnīgi dabiska un tādā veidā dabā pastāvoša viela;
- tehnoloģiskums: iespēja pielietot sausā, samitrinātā vai šķīduma veidā, vienkārša pārkraušana uzglabāšana un pielietošana;
- uzkrātā praktiskā pieredze, kas garantē stabilus rezultātus pretapledojuuma apstrādē.

3.9. Pretslīdes ceļu segumi

Tendences asfaltbetona ražošanā pērnā gadsimta beigās iezīmēja pretslīdes segumu radīšanas perspektīvas. Asfaltbetona maisījumam, veicot seguma dilumkārtas izbūvi, pievieno speciālas piedevas, kuru darbības princips balstās ledus adhēzijas pie seguma vājināšanā. Rezultātā slidenā kārtā kļūst nenoturīga un tiek grauta transportlīdzekļu fiziskajā ietekmē, vai arī segumu ir viegli notīrīt līdz melnajam segumam mehāniski, bez reaģentu pielietošanas. Var klasificēt trīs principiālus pretslīdes segumu veidus:

- ✓ elastomēri (piedevas: gumijas pulveris vai citi elastīgie polimēri līdz 5% no asfaltbetona masas; var ražot no nolietotām autoriepām), kas veido elastīgu virsmu uz kuras trausls ledus sabrūk. Gumijas pulveris samazina asfaltbetona temperatūrajūtīgumu un samazina segumu gramību veidošanos vasarā;
- ✓ kompozītie materiāli (ar lieliem citu, elastīgāku materiālu ieslēgumiem), kas padara seguma virsmu neviendabīgu un traucē ledus piesalšanai lielās platībās;
- ✓ hlorīdus saturošie (piedevas: NaCl un hidrofobizatoru maisījums līdz 7% no asfaltbetona masas), kas pakāpeniski veido un izdala sāls šķīdumu, novēršot nokrišņu piesalšanu segumam.

Ar pretslīdes segumiem īpaši daudz eksperimentē Japāna (uzbūvēts > 5 milj.m² dažādu tipu pretslīdes segumu, kas atbilst Rīgas kaisāmo ielu platībai), savukārt risinājumi joprojām atrodas pārbaudes procesā, jo paliek atklāti jautājumi attiecībā uz to pretslīdes efektivitāti, kalpošanas laiku un galvenais – saķeres kvalitāti pārējā laikā, kad nepastāv slīdamības novēršanas problēma.

Krievijā ir mēģināts ieviest hlorīdu saturošu asfaltbetona piedevu "Grikol" (princips: seguma struktūrā esošais reaģents novērš ledus un sniega piesalšanu virsmai, efekts acīmredzami ir limitēts līdz ar reaģenta pakāpeniskajiem zudumiem), bet to pielietošanas praktiskie rezultāti nav viennozīmīgi un ir pārāgri to rekomendēt pielietošanai Rīgas ielu asfaltēšanā. Turklāt jebkurā gadījumā tā ir sāls kaisīšanai tikai tehniska, bet ne ekoloģiska alternatīva, jo pretslīdes reaģents ir apmēram tas pats sāls.

Zviedrijā pirms gadsimtu mijas tika izmēģināts asfaltbetona segums "Rubit" ar 3% gumijas granulāta piedevu. Tā ekspluatācijas laikā konstatēta praktiskā slidenuma novēršana pie temperatūrām līdz -1,5⁰C, bet pie zemākām efekts bija nenozīmīgs, tāpēc šis seguma tips netika plaši ieviests.

Neskatoties uz augstāk minētajiem aspektiem, pretslīdes segumi teorētiski piedāvā vilinošu slidenuma novēršanas veidu, tāpēc šis virziens jāpatur prātā un jāizmanto iespējas to realizēt eksperimentālo darbu ietvaros, izbūvējot elastomēra segumu (RTU 2012 tas uzskatīts par praktiskāku un izveidei vienkāršāku). Par labāko variantu būtu šo darbu iekļaušana kāda tilta vai kustības pārvada remontā. Tas ļautu nodrošināt bargākus eksperimenta apstākļus, jo laiduma konstrukcijas temperatūras svārstības ir izteiktākas, turklāt asfaltēšanas apjoms ir mazs un eksperimentu varētu veikt ar nelieliem izdevumiem.

Pēc savas būtības pretslīdes segumi vairāk piemēroti inženierbūvēm, jo tie ļauj samazināt sāls korozīvo slodzi uz betonu un tēraudu, pagarinot tilta konstrukciju ilgmūžību, un novērst šķīdumu tiešu nokļūšanu ūdensbaseinos. To pielietošanas lietderību gariem ielu posmiem var izskatīt tikai pozitīvas praktiskās pieredzes gadījumā.

4. Pētījumā izmantotie pieejamie dati par sāls un sāls-smilts pielietojumu Rīgā un to apstrādes metodika

Šā pētījuma specifika bija tāda, ka pirms darba (arī pirms šā darba iepirkuma konkursa) nebija nekādas informācijas par tā veikšanai pieejamajiem izejas datiem: izejas datu ieguve no RDSD pati bija šajā darbā veicamo primāro uzdevumu sarakstā, attiecīgi iegūtie izejas dati ar visu skaidrību, kādi tie ir un ko no tiem var iegūt, ir viens no šā Pētījuma rezultātiem. Līdz ar to tikai darba gaitā objektīvi bija iespējams un noteikti bija lietderīgi izprast iespējamo darba produktu, attiecīgi koriģējot sākotnējo priekšstatu par to, ko būs iespējams iegūt. Balstoties uz RTU 2012 iepriekšējās pieredzes, ka *“datus par Rīgu neizdevās identificēt”*, Konsultants jau drīz pēc līguma noslēgšanas piedāvāja vienošanos papildināt to ar šādiem pasākumiem: *“2019./20. gada ziemas sezonas Rīgas ielu un transporta būvju ikdienas uzturēšanas monitorings”* un *“2019./20. gada ziemas sezonas pretapledošanas pasākumu raksturlielumu skaitlisks apkopojums sezonas dinamikā saistībā ar konkrētajiem laika apstākļiem (balstīts uz monitoringu visā sezonas garumā)”*, tomēr šis ierobežotais darba papildinājums bija balstīts uz pesimistiska pieņēmuma, ka pietiekami detalizētu datu par iepriekšējām sezonām nebūs, turklāt Pētījuma uzsākšanas brīdī bija īpaša situācija, kad beidzās iepriekšējo ielu uzturētāju kārtējais līgumperiods un RDSD bija aizņemts ar iepirkumu un līgumslēgšanu ar nākamā līgumperioda ielu uzturētājiem, bija gaidāms, ka Pētījuma izpildes gaitā iepriekšējie ielu uzturētāji vairs nekādi nepiedalīsies un visu sadarbību ar RDSD palīdzību būs iespējams nodrošināt tikai ar jaunajiem no nulles. Līdz ar to darba vajadzībām pats Konsultants apņēmās iegūt pēc iespējas detalizētus datus par sāls pielietojumu tikai šajā vienā pēdējā sezonā, kas iekļaujas Pētījuma izstrādes termiņā, lai tos analizētu un iegūtos rezultātus ekstrapolētu ilgtermiņā. Tā bija iecere situācijā, kad vairāk datu nav un jāiztiek ar vienīgajiem, ko iespējams iegūt, kaut gan, protams, viena sezona ir nepietiekama statistiski reprezentatīvu datu ieguvei par ilgtermiņa rādītājiem, turklāt tobrīd vēl nebija zināms, ka šī konkrētā ļoti atšķirīgā sezona praktiski pilnīgi bez ziemas izrādīsies pilnīgi nederīga iecerētajam mērķim. Toties turpmākajā Pētījuma gaitā, izvērsot ciešu sadarbību ar RDSD², kas ļoti atsaucīgi iesaistījās šā Pētījuma nodrošināšanā ar tiem pieejamajiem datiem, izrādījās, ka pilnīgi izsmeļoši dati par sāls patēriņu pa kvadrātmetriem un koncentrācijām katru dienu uz ielām un tiltiem visas Rīgas mērogā ir atrodamī par pēdējām četrām ziemas sezonām (2015./16.-2018./19.), kas attiecīgi Pētījuma gaitā tika papildināta vēl ar piekto (2019./20.), un tikpat detalizēti, tikai nepilnīgi dati (par Latgales un Zemgales priekšpilsētu un Ziemeļu rajonu un visiem tiltiem, trūkst Centra un Kurzemes rajona un Vidzemes priekšpilsētas) ir pieejami vēl par divām sezonām (2013./14 un 2014./15.), kurās datus Konsultants aizpildīja sekojošā veidā. Par visām analizētajām sezonām ir gan kopējais sāls patēriņa skaitlis, gan patēriņa lapas par katru dienu, no kurām aprēķinātais gada patēriņš iznāk vairāk vai mazāk atšķirīgs (pat 20 % gan uz vienu, gan otru pusi). Pēc RDSD norādījuma patiesāki patēriņa dati ir pēc dienu uzskaites,

² Šeit un turpmāk – RDSD kontaktpersonas Pētījuma izpildes informatīvai atbalstīšanai: Andris Binde, Transporta būvju uzturēšanas nodaļas vadītāja vietnieks, un Ojārs Strauts, Transporta būvju uzturēšanas Ceļu būvinženieris

bet gada kopskaitlis, kas iegūts citā grāmatvedībā, ir orientējošāks, balstīts uz sezonas laikā iepirkta, nevis tieši tajā patērētā daudzuma. Tāpēc visās sezonās ar pilniem datiem tie ir aprēķināti no ikdienas datu lapām, savukārt nepilnajās sezonās trūkstošie dati ekstrapolēti, loģiski pieņemot, ka starpība starp no ikdienas datu lapām aprēķināto sāls patēriņu tajās Rīgas daļās, par kurām datu lapas ir, un visas Rīgas kopējo patēriņu ir tajās Rīgas daļās patērētais sāls daudzums, par kurām datu lapu nav. To Konsultants šajā nepilno datu situācijā atrada kā vienīgo datu ekstrapolācijas veidu, kas ir situācijai atbilstoši pamatots pieejamajos dokumentālajos datos. Cik tuvu patiesajiem ir šie no nepilniem datiem aprēķinātie ceļā aizpildītie dati par divām senākajām vērtētajām sezonām, var netieši spriest pēc dažādām turpmākajā analizē iegūto rezultātu proporcijām, vislabāk – visos tajos grafikos (turpinājumā attiecīgajās nodaļās), kur parādās sāls daudzuma uz ielām un sāls daudzuma uz tiltiem attiecības. Kā redzams, 2013./14. gada sezonā tās it labi iekļaujas pārējo sezonu kopainā, kaut arī nav pa vidu: pēc šā kritērija tomēr šī sezona iznāk ārpus piecu pilno sezonu izkliedes ar vismazāko tiltu īpatsvaru kopējā sāls patēriņā. Savukārt 2015./16. gada sezona acīmredzami izlec no visām pārējām ar būtiski lielāku tiltu īpatsvaru kopējā sāls patēriņā. Šajā situācijā Konsultants kā vislabāko iespējamo no pieejamajiem risinājumiem nolēma kopējo vidējo kumulatīvo rādītāju aprēķināt tomēr izmantot arī abu šo no nepilnajiem datiem ekstrapolēto sezonu acīmredzot neprecīzākos pret patiesību datus, nevis vienkārši atteikties no tiem un samazināt izmantoto sezonu skaitu, jo vairāk tāpēc, ka to neprecizitātes izskatās vērstas pretējos virzienos, tātad savstarpēji daļēji kompensējas.

Darba gaitā ir apstrādāts vairāk nekā 3000 operatīvo ziņu lapu (skat. paraugu 1. pielikumā) par pēdējās septiņās pretslīdes apstrādes sezonās jeb 1181 dienā izlietotajiem sāls un sāls-smilts maisījuma veidiem: cik kvadrātmetru katru dienu nokaisīts ar katra veida materiālu Daugavas labajā krastā un Daugavas kreisajā krastā (vai par divām senākajām sezonām – pa rajoniem un priekšpilsētām), uz Daugavas labā krasta tiltiem un uz Daugavas kreisā krasta tiltiem (dažās sezonās vēl atsevišķi izdalīts Salu tilts, kura kā valsts nozīmes maģistrāles uzturēšanu atsevišķi finansē VAS “Latvijas valsts ceļi”, bet fiziski īsteno Rīgas ielu uzturētāji, iekļaujot savos maršrutos). No nokaisītajām platībām ar katra veida materiālu ir aprēķināts kopējais Rīgā izkaisītais sāls daudzums katrā dienā atsevišķi uz ielām un tiltiem (skat. 2., 3. un 4. pielikumu).

Dati par CaCl_2 daudzumu šajā kopējā sāls daudzumā neizrādījās pieejami, jo kalcija hlorīds daudzumā $\sim 1/4$ no visa sāls daudzuma tiek pievienots tikai situācijās, kad temperatūra ir zem -10°C , bet atskaitēs par izkaisāmā sāls daudzumu kvadrātmetrā neparādās, vai konkrētajā dienā sālim ir vai nav pievienots kalcija hlorīds, tāpēc tā īpatsvaru kopējā sāls daudzumā Konsultants aprēķināja pēc kopējā sāls daudzuma, kas patērēts dienās ar temperatūru zem -10°C un tas izrādījās visai nenozīmīgs: $\sim 1,5\%$ no visa patērētā sāls daudzuma, pieņemot, ka metodika pēdējās septiņās sezonās nav mainījusies, bet faktiski tam jābūt vēl mazākam, jo šī RTU 2012 rekomendācija tika ieviesta pakāpeniski, nav ziņu par to, cik ātri un kādā mērā iepriekšējie ielu uzturētāji ieviesa kalcija hlorīda pievienošanas praksi pirmajās no analizētajām sezonām kopš 2013./14. gada sezonas (pirmās pilnās sezonas pēc RTU 2012 rezultātu un no tiem izrietošo rekomendāciju ieviešanas iespēju izvērtēšanas), un ir pamats uzskatīt, ka pilnā mērā tādos veidos un daudzumos, kā šobrīd, kalcija hlorīdu pievieno tikai šobrīd aktuālie ielu uzturētāji jaunajā līgumperiodā, kurš sākās

no 2019.gada rudens. Līdz ar to turpmākajos aprēķinos kalcija hlorīds nav atsevišķi ņemts vērā, bet visur, kur ir runa par kopējiem un vidējiem sāls daudzumiem un koncentrācijām ilgtermiņā, vārds “sāls” nozīmē nātrija hlorīdu ar ~1,5 % kalcija hlorīda piejaukumu, kas turklāt ir vairāk attiecināms uz nākotnes prognozēm, turpinoties pašreizējai praksei, un apšaubāmāk attiecībā uz esošo situāciju, kurā vēl kumulatīvi izpaužas pagātnes prakse.

Darba gaitā ir iegūtas RDSD meteorovērojumu staciju nepārtraukto gaisa un ceļa seguma temperatūru mērījumu datu rindas ar temperatūrām 7 sezonu 1181 dienā ik pēc dažu minūšu intervāla. Šis milzīgais skaitļu daudzums ir apstrādāts sekojošā veidā. Pētījuma vajadzībām ir izraudzītas divas meteorovērojumu stacijas kā reprezentatīvākās pretslīdes apstrādei pakļaujamo ielu un jo īpaši tiltu pārsvarā tuvāk Rīgas centram blīvākā pilsētvidē, nevis perifērijā, apstākļu raksturošanai: Dienvidu tilta un Vanšu tilta meteostacijas, nelietojot Jūrkalnes ielas, Daugavgrīvas šosejas un Jaunciema gatves meteostacijas (bet pirms izšķiršanās par šo vienkāršojumu/tuvinājumu vizuāli aptuveni pārliecinoties, ka atšķirību izkliede dažādu meteostaciju skaitļos ir nebūtiska, pārsvarā nepārsniedz 1°C, turklāt nenoteikti – gan siltuma, gan augstuma virzienā). No abu izraudzīto meteostaciju temperatūru rindām par katru diennakti atšķiroti četri skaitļi no katras (astoņi kopā): pirmais rādījums pēc plkst. 0:00, pirmais rādījums pēc plkst. 6:00, pirmais rādījums pēc plkst. 12:00 un pirmais rādījums pēc plkst. 18:00 (visi šie rādījumi ir dažas minūtes pēc norādītajiem diennakts laikiem vai tieši norādītajā diennakts laikā, tāpēc faktiski parāda temperatūru tieši norādītajos četros diennakts laikos). Šo četrus skaitļus, kas atspoguļo situāciju četros tradicionālajos diennakts periodos “nakts-rīts-dienavakars”, no katras meteostacijas (kopskaitā astoņu) vidējais aritmētiskais lielums lietots turpmākajos aprēķinos kā diennakts vidējā temperatūra. Laiku pa laikam vienas vai otras meteostacijas novērojumu rindā ir pārtraukumi, un šajos periodos vidējā aritmētiskā temperatūra ir aprēķināta no tās vienas meteostacijas, kuras rādījumi ir pieejami. Visu šo rezultātu apkopojums kopā ar patērētajiem sāls daudzumiem ir pievienots 2. un 3. pielikumā.

Līdztekus šo meteostaciju rādījumiem ir iegūti un izmantoti LVĢMC oficiālie temperatūras dati par visiem gadiem pa stundām kopš 2013. gada 1. aprīļa, no kuriem aprēķinātas visu dienu vidējās temperatūras un izmantotas sekojošā veidā. Ziemas jeb pretslīdes apstrādes sezonu sāls patēriņa pret temperatūru raksturošanai izmantotas RDSD meteostaciju temperatūras, bet LVĢMC temperatūras informatīvi pievienotas salīdzinājumam kā papildu pārbaude, vai RDSD meteostaciju mērījumos neparādās aizdomīgas atšķirības no oficiālajiem datiem, un šī pārbaude apstiprina RDSD meteostaciju mērījumu ticamību. Lielākā atšķirība starp LVĢMC un RDSD gaisa temperatūru sezonas griezumā ir 0,67°C 2018./19. gada sezonā, pārējās nepārsniedz 0,28°C. Lielākā atšķirība starp LVĢM un RDSD gaisa temperatūru analizēto septiņu sezonu mēnešu griezumā ir 0,33-0,34°C (vidēji janvāros un februāros). Savukārt veģetācijas periodu laikapstākļu raksturošanai, sākumu un beigu aprēķināšanai izmantoti LVĢMC dati. LVĢMC temperatūras ir izmantotas arī tajās nedaudzajās dienās, kurās sakrīt pārtraukumi abu izmantoto RDSD meteostaciju skaitļu rindās.

Tāpat arī ir iegūti un izmantoti LVĢMC oficiālie nokrišņu daudzuma dati par visiem gadiem pa dienām kopš 2013. gada 1. aprīļa, kuri izmantoti izkaisītā sāls daudzuma radīto sāls vidējo koncentrāciju vidē aprēķināšanai un modelēšanai.

*Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā,
balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes*

No visiem šiem datiem sāls daudzuma patēriņa dinamika sezonu, mēnešu un dienu griezumā pret gaisa temperatūru un pret ceļa seguma temperatūru iegūta datorizētas šķirošanas un aritmētisku aprēķinu ceļā, tāpat arī sāls daudzumi kvadrātmetrā un koncentrācijas litrā nokrišņu ūdens iegūti ar aritmētiskām darbībām. Savukārt sāls vidējās ilgtermiņa kumulatīvās koncentrācijas un tās izplatības platuma un dziļuma Rīgas ielu malu augsnē matemātiskajai modelēšanai Konsultants izstrādāja speciālu metodiku, kura detalizēti izklāstīta 5.6. nodaļā un neatkarīgā piesaistītā eksperta Dr.geol. J.Lapinska vērtējums sniegts 5. pielikumā.

5. Faktiskās kvantitatīvās sāls emisijas un imisijas Rīgas vidē pēdējos septiņos gados dažādos griezumos un kumulatīvi

5.1. Kopējais Rīgas vidē nonākušais sāls daudzums

Pēdējās septiņās pretslīdes apstrādes sezonās (2013./14.-2019./20.) uz Rīgas ielām un tiltiem kopumā ir izkaisīts 84 381,32 t sāls. Šī precizitāte, protams, ir skaitļa mērogam neatbilstoša, bet Konsultants šeit un turpmāk atspoguļos no datu lapām iegūtos precīzos skaitļus, kurus šā kumulatīvā sāls patēriņa gadījumā noteikti būtu pamats noapaļot vismaz līdz apaļiem tūkstošiem – 84 tūkst. tonnu –, savukārt dažādos griezumos pa tonnām un procentiem parādās arī dažādi daudz mazāki sāls daudzumi, kuriem šāds noapaļojums neder, un ir nelietderīgi ieviest dažādas kārtu noapaļojumus dažādos aprēķinos, kas novestu pie tā, ka, dažādos griezumos iegūtos sāls daudzumus un koncentrācijas saskaitot, kopsomas ievērojami atšķiras no kopējiem daudzumiem tonnās un procentos, kas padarītu rezultātus grūti uztveramus un radītu iespaidu par kļūdainu aritmētiku.

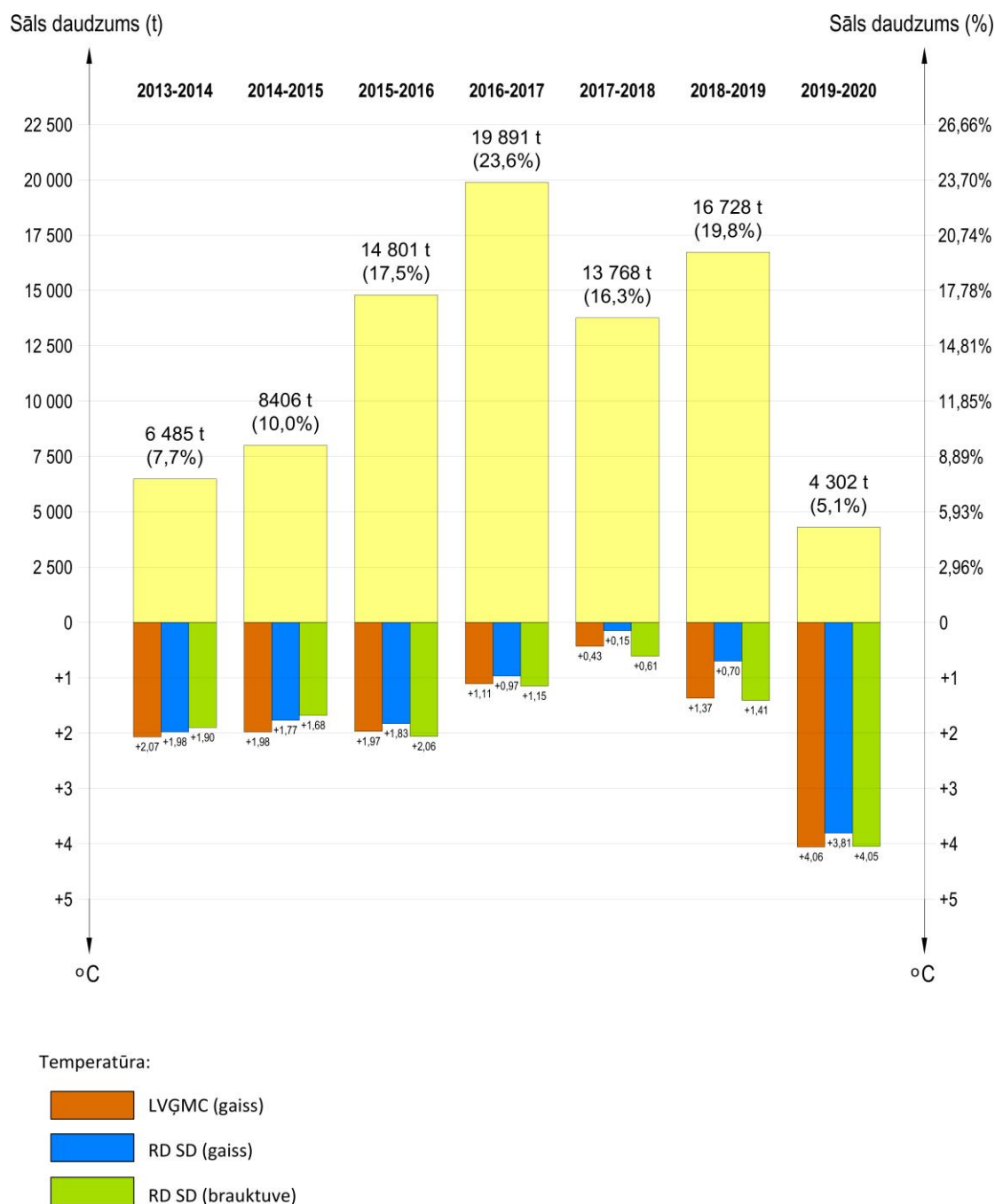
Kopējā sāls patēriņa sadalījums pa pretslīdes apstrādes sezonām tonnās un procentos no kopējā septiņu sezonu daudzuma ar šo sezonu vidējām temperatūrām (gaisa – pēc LVGMC datiem, gaisa un brauktuves – pēc RDSD meteostaciju mērījumiem) dots 1. grafikā (kaut arī daļa attēlu Pētījuma vispārīgā apskata nodaļās arī ir grafiki, šā darba uztveramības ērtībām šeit un turpmāk par grafikiem saukti tikai tie, kas ataino tieši šā Pētījuma oriģinālos rezultātus.) Uzmanību: šeit un daudzos citos grafikos temperatūras parādītas grafika apakšējā daļā apvērsti: pieaugums siltuma virzienā (+t°C) vērsts lejup. Grafikā iezīmējas neliela korelācija starp sezonas vidējo temperatūru un sāls patēriņu. Vismazākais sāls patēriņš bijis pēdējā neparasti siltajā ziemā, kuras temperatūra krasi izlec no pārējo sezonu temperatūru izkliedes (savukārt sāls patēriņš nebūt neizlec). Vislielākais sāls patēriņš bijis 2016./17. gada sezonā, kura ir viena no aukstākajām, tomēr ne visaukstākā: 2017./18. gada sezonā ar ievērojami zemāku temperatūru sāls patēriņš bijis ievērojami mazāks. Otrais lielākais patēriņš ir 2018./19. gada sezonā, kurā bijusi trešā zemākā temperatūra. Pārējās trīs sezonās temperatūra ir ļoti līdzīga, tomēr patēriņu atšķirības pārsniedz divas reizes, turklāt tajā no šīm trim, kurā sāls patēriņš bijis būtiski lielākais, brauktuves temperatūra bijusi visaugstākā (un augstāka par gaisa temperatūru). Vienkāršotu secinājumu, ka, jo zemāka sezonas vidējā temperatūra, jo vairāk sāls nepieciešams pretslīdes apstrādei, šis grafiks kategoriski apgāž: slīdamību izraisošo faktoru kopums ir acīmredzami daudz kompleksāks, un temperatūrai to klāstā pat nav dominējošā loma.

2. grafikā kopējā sāls patēriņa sadalījums pa pretslīdes apstrādes sezonām tonnās un procentos no kopējā septiņu sezonu daudzuma atainots kontekstā ar šo sezonu vidējiem nokrišņu daudzumiem. Nekāda korelācija starp sezonas nokrišņiem un sāls patēriņu neiezīmējas vispār. Skatot kopsakarībā abus grafikus, korelācija neiezīmējas arī divu faktoru sinerģijā: zema temperatūra + daudz nokrišņu. Pirmajā acu uzmetienā tāda izskatās sezonā ar vislielāko sāls patēriņu: tajā ir otrā zemākā temperatūra un visvairāk nokrišņu. Toties otrais lielākais sāls patēriņš ir sezonā ar gan viszemāko temperatūru, bet dramatiski maz nokrišņu, kas krasi izlec no citiem gadiem. Un visu pārējo sezonu sadalījums turpina graut jebkādu sāls daudzuma patēriņa sakarību ar šo divu galveno klimatisko parametru summu: gandrīz nekādām

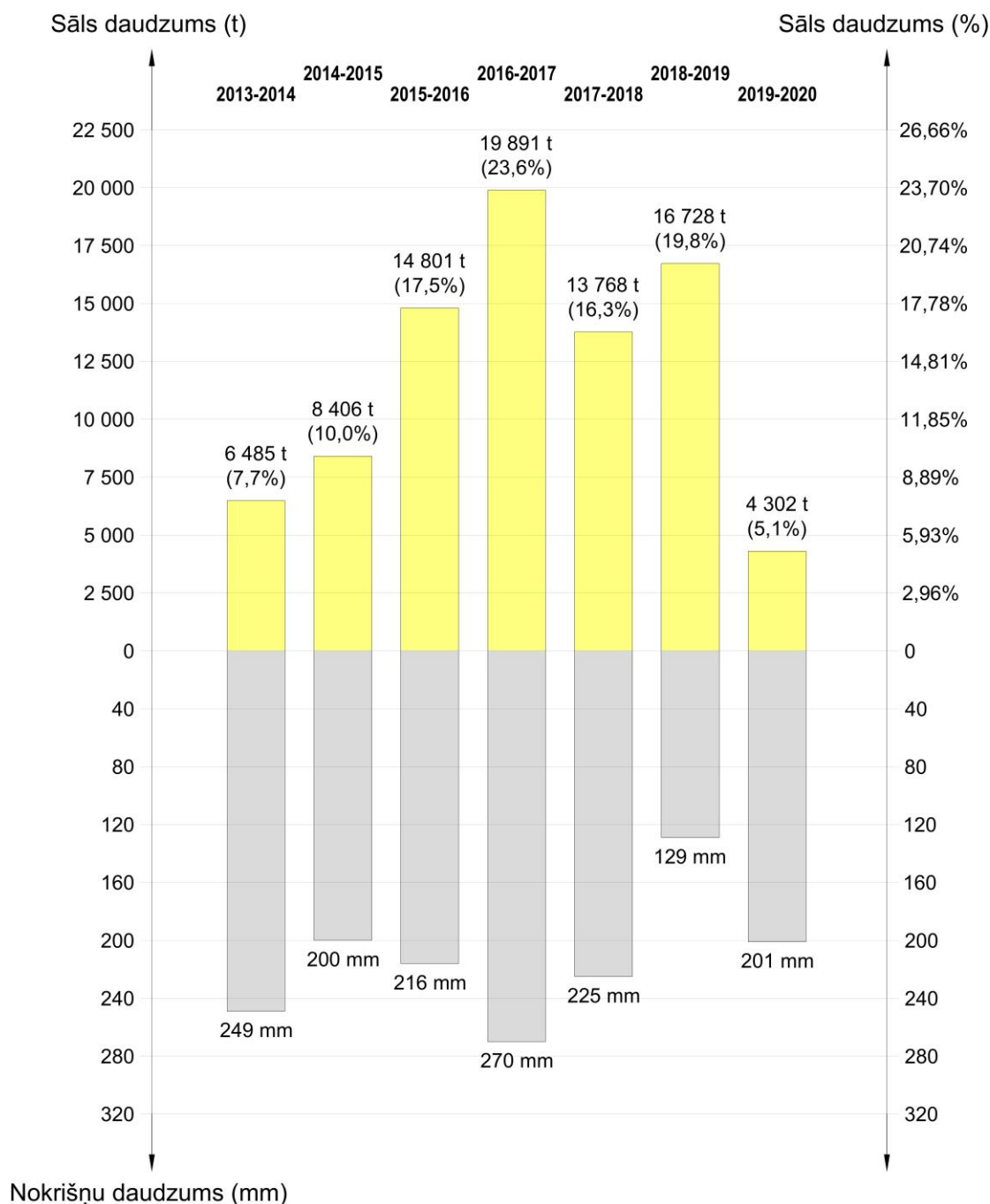
Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā, balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes

prognozēm par gaidāmo sāls patēriņu atkarībā no gaidāmās ziemas temperatūras un nokrišņu daudzuma nav saskatāms pamats: pat pēdējā ziemā, kuras temperatūra bija tik radikāli augstāka par nulli un par citu ziemu temperatūru, ka tautas valodā to raksturo “šogad ziemas vispār nebija”, sāls patēriņš bijis tikai 1,5-4,6 reizes mazāks nekā iepriekšējās “normālajās” ziemās, starp kurām pašām savā starpā sāls patēriņa atšķirības ir daudz lielākas.

1. grafiks. Kopējais sāls patēriņš Rīgā pa pretslīdes apstrādes sezonām ar to gaisa un brauktuves temperatūrām



2. grafiks. Kopējais sāls patēriņš Rīgā pa septiņām pretslīdes apstrādes sezonām ar to nokrišņu daudzumu



Kopējā sāls patēriņa sadalījums pretslīdes apstrādes sezonās tonnās un procentos pret šo sezonu vidējām mēnešu temperatūrām dots 3. grafikā. Šajā griezumā jau iezīmējas absolūta korelācija starp mēneša vidējo temperatūru un sāls patēriņu.

Ar divkāršu atrāvienu no tuvākajiem konkurentiem vislielākais sāls patēriņš ir janvārī, kurš ir būtiski visaukstākais mēnesis un vienīgais ar vidējo temperatūru pārliecinoši zem nulles.

Līdzīgi sāls patēriņi ir decembrī un februārī, tomēr nedaudz lielāks februārī, kurā vidējā temperatūra ir faktiski nulle, kamēr decembrī – no +1 līdz +2°C. Turklāt šī grafikā šķietami visai mazā atšķirība starp šo mēnešu sāls patēriņiem vēl palielinās, ņemot vērā, ka februāris ir par ~10% īsāks nekā decembris: ar šo korekciju februāra patēriņš ir ~120 % no decembra patēriņa, kas jau ir reprezentatīva atšķirība.

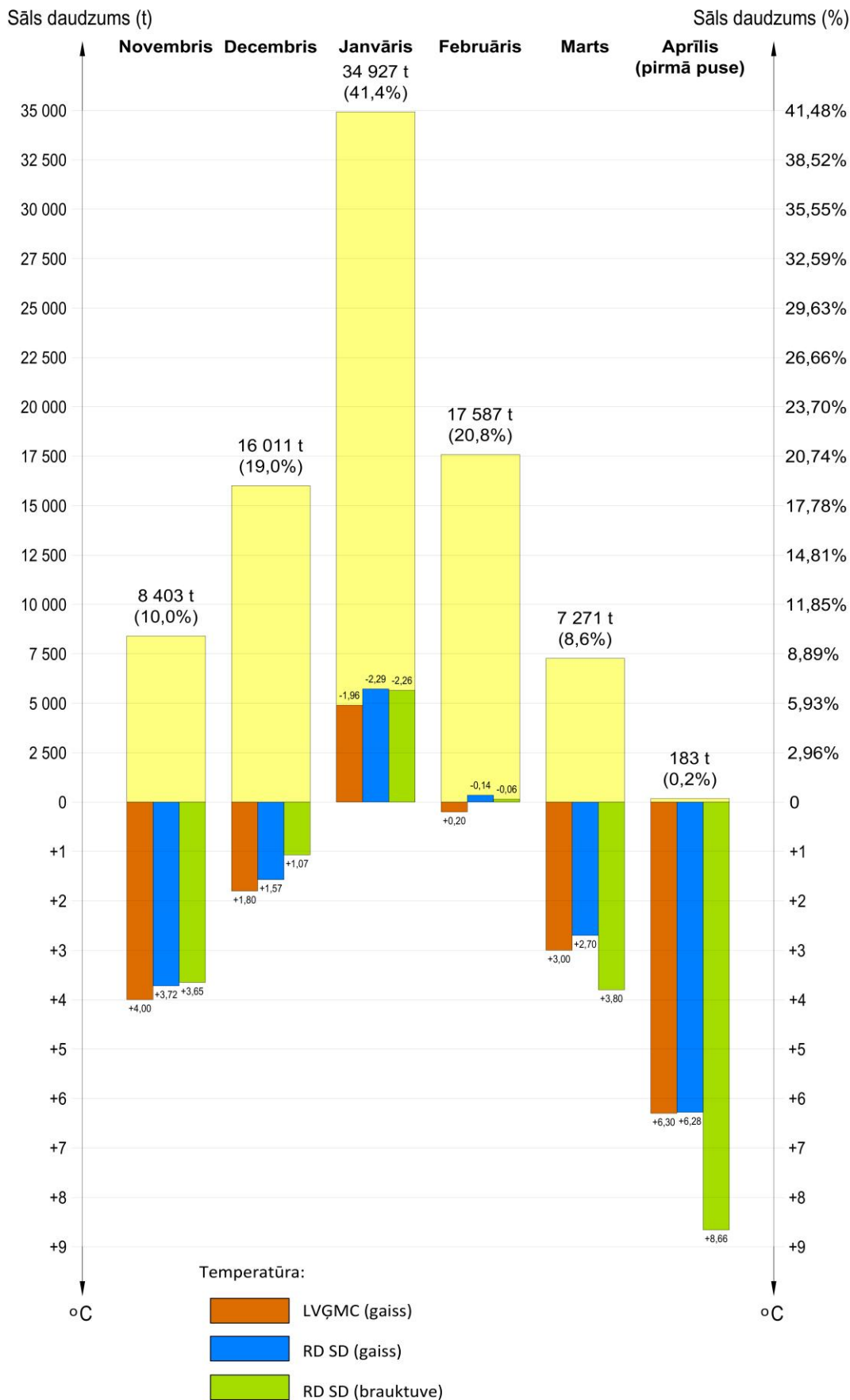
Tālāk ļoti līdzīgi kā sāls patēriņi, tā temperatūras ir novembrī un martā, turklāt martā mazliet mazāks sāls patēriņš komplektējas ar mazliet augstāku brauktuves temperatūru. Gaisa temperatūra gan martā ir mazliet zemāka, bet, ja pieņem, ka visai nelielās atšķirības starp šiem mēnešiem tomēr atspoguļo kādu likumsakarību, nevis nejaušību, te varētu izpausties jau 2. daļā ieskicētie apsvērumi par tiešu saules staru ietekmi uz brauktuves temperatūru un attiecīgi apledošanas neveidošanos: kaut martā gaisa ir vēsāks (par 1°C), marts ir saulaināks par novembri (retāk apmācies, ilgāka diena un lielāks saules augstums virs apvāršņa), tāpēc brauktuve ir ievērojami (par 1,1°C) siltāka par gaisu (novembrī faktiski vienāda – par 0,07°C vēsāka) un apledojums mazāk veidojas un ātrāk zūd. Tomēr šāds pieņēmums pie šīm nelielajām patēriņa un temperatūru atšķirībām ir visai apšaubāms, jo, kaut relatīvi pret vēsāko gaisu brauktuves temperatūra martā izskatās ļoti augsta, tā ir tikai par 0,15°C siltāka nekā novembrī, tātad marta saulainības radītā brauktuves temperatūra drīzāk varētu būt pamats nevis tam, ka tās dēļ martā ir mazāks sāls patēriņš, bet gan tam, ka tā kompensē vēsāko gaisu, tāpēc starp novembra un marta sāls patēriņu nav likumsakarīgas atšķirības.

Aprīļa pirmā puse likumsakarīgi ir tāda pretslīdes apstrādes sezonas “astīte” ar temperatūru pārliecinoši virs nulles un attiecīgi marginālu sāls patēriņu. Kā jau aprakstīts 1. daļā, šīs sāls lietošanas sezonas daļas esamība ir lielā mērā Pētījumā izmantotās metodikas rezultāts: ar mazliet citādu pieeju varēja vēl sezonas sākumā būt oktobra otrā puse, kura Pētījumā ir pieskaitīta novembrim, vai arī varēja nebūt arī aprīļa, to Pētījumā pieskaitot martam (kā tas vērtējumā citā griezumā ir arī izdarīts: skat. tālāk 5.6. nodaļu par kumulatīvo sāls daudzumu augsnē veģetācijas periodos). Kā arī jāpiebilst iepriekšējās rindkopas kontekstā, ka nenozīmīgo atšķirību starp novembra un marta sāls patēriņu vēl samazinātu tas, ja novembrim nebūtu pieskaitīts niecīgais oktobra daudzums vai otrādi – martam pieskaitītu niecīgo aprīļa daudzumu.

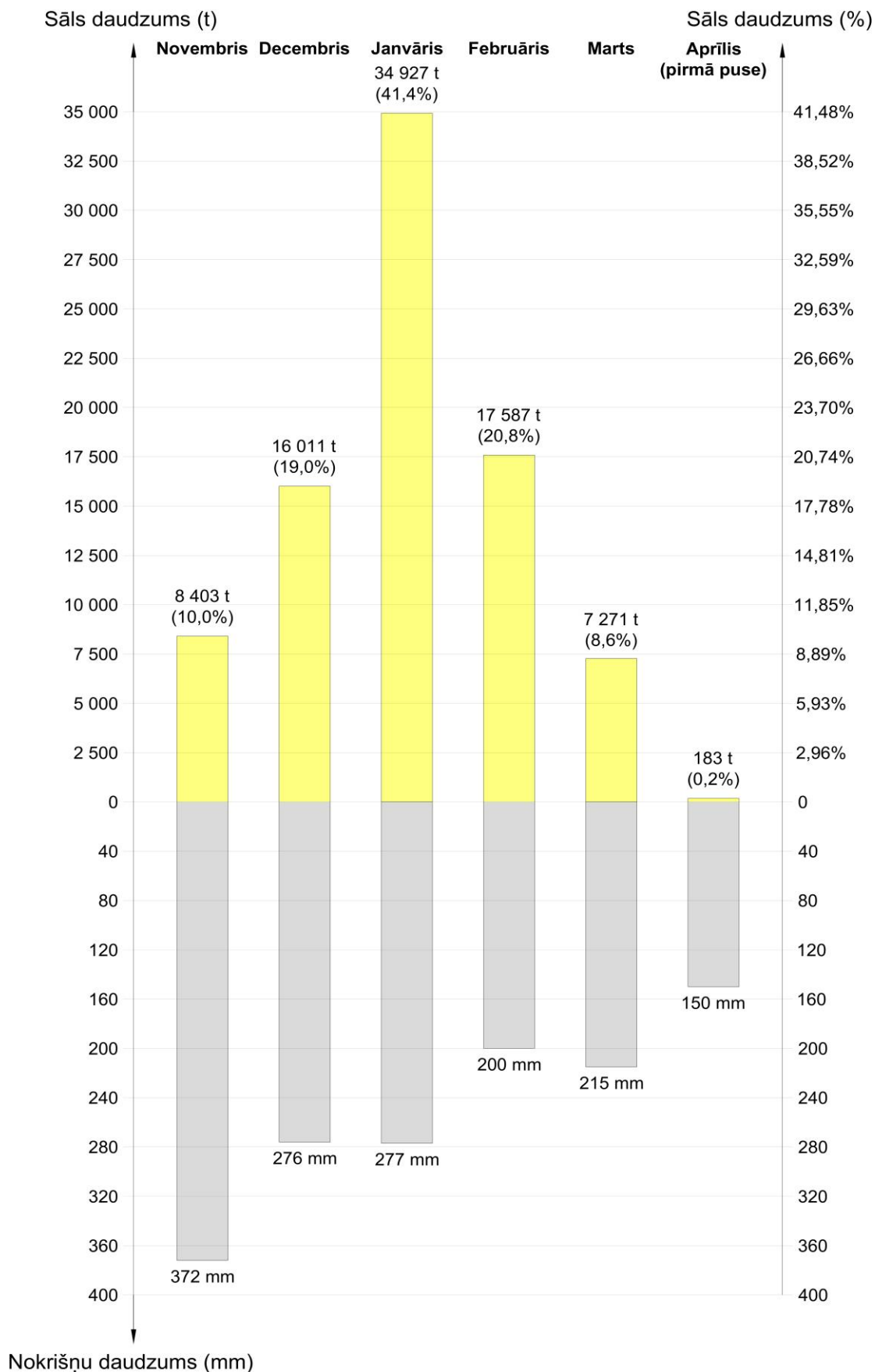
Rezultātā iegūstam visai simetrisku piramīdu, kuras vidū ir janvāris ar vislielāko sāls patēriņu uz viszemākās temperatūras fona, uz abiem sāniem – decembris un februāris ar divreiz mazāku sāls patēriņu uz augstākas temperatūras fona, un pa malām – novembris un marts ar vēl divreiz mazāku sāls patēriņu uz vēl augstākas temperatūras fona: korelācija ir viennozīmīga.

Savukārt pēc kopējā sāls patēriņa sadalījuma pretslīdes apstrādes sezonās tonnās un procentos pret šo sezonu mēnešu kopējiem nokrišņiem nekādas korelācijas nav (skat. 4. grafiku). Stipri simetriskajai sāls daudzumu piramīdai pretī izkārtojas nokrišņu daudzumi bez konkrētas likumsakarības: novembrī un martā ar apmēram vienādu temperatūru un sāls patēriņu nokrišņu daudzums atšķiras 1,73 reizes.

3. grafiks. Kopējais sāls patēriņš Rīgā pa septiņu pretslīdes apstrādes sezonu mēnešiem ar to vidējām temperatūrām



4. grafiks. Kopējais sāls patēriņš Rīgā pa pretslīdes apstrādes sezonu mēnešiem ar to kopējo nokrišņu daudzumu



Rezultātā no četriem grafikiem divos dažādos griezumos pret diviem dažādiem parametriem faktiski nav iegūts nekāds pielietojums secinājums. Vienīgā apstiprinājusies likumsakarība ir, ka sezonu ietvaros sāls patēriņa dinamika seko mēneša vidējo temperatūru dinamikai: jo vidēji aukstāks mēnesis, jo lielāks sāls patēriņš. Šis fakts ir tieši tas, ko varēja uzskatīt par jau iepriekš pašsaprotamu. Savukārt mazliet pārsteidzoši, ka šo pašu likumsakarību savā starpā gandrīz nemaz nedublē dažādās sezonas attiecībā pret savām vidējām temperatūrām. Jāsecina, ka katrā atsevišķā sezonā caurmērā visu ziemas periodu darbojas sarežģīts daudzu dažādu faktoru kopums bez šiem diviem galvenajiem un visvieglāk statistiski atainojamajiem (atsevišķi temperatūra un nokrišņi): sasalšanas/atkušanas ciklu biežums, apledošanu veicinošas temperatūras un nokrišņu sakritība vai nesakritība vienlaikus, arī vējš, saulainība un daudz kas cits, ko šajā Pētījumā izvērtēt nav uzskatīts par iespējamu un kas arī būtu apšaubāmi lietderīgi, jo nav īsti saskatāms tam praktisks pielietojums.

Savukārt šā Pētījuma ietvaros pašam konstatējumam, ka korelācija starp ziemas vidējo temperatūru un patērējamo sāls daudzumu ir ļoti neliela, ir visai būtisks pielietojums, kam veltīta nākamā nodaļa.

5.2. *Pēdējo septiņu sezonu sāls patēriņa datu reprezentivitāte ekstrapolācijai ilgtermiņā pagātnē un nākotnē*

Tā kā šim Pētījumam ir izvirzīts uzdevums no vienīgajiem pieejamajiem aktuālā sāls patēriņa datiem pēdējās septiņās pretslīdes apstrādes sezonās (2013./14.-2019./20.) iegūt patiesībai iespējami tuvus rezultātus nevis par šo konkrēto momentu, bet par sāls piesārņojuma situāciju ilgtermiņā, kāda tā sen jau pastāv, kāda tā ir gaidāma nākotnē un vai un kādā veidā to vajag un var ietekmēt, metodoloģiski nozīmīgs ir jautājums, kādā mērā šīs septiņas pēdējās sezonas ir reprezentatīvas šādu rezultātu ieguvei. Atšķirībā no sākotnējā pesimistiskā pieņēmuma pirms Pētījuma uzsākšanas, ka nekādi jau esoši dati nebūs pieejami un vienīgos datus ekstrapolācijai varēs iegūt par tekošo sezonu Pētījuma gaitā (kura turpinājumā izrādījās galīgi nerepresentatīva ekstrapolācijai uz nesenu pagātne un, jācer, ka arī drīza nākotne nekļūs tāda, lai šī sezona kļūtu reprezentatīva), pieejami izrādījās dati par septiņām sezonām (ieskaitot pēdējo, kura kā viena no daudzām arī var būt reprezentatīva ilgtermiņa dažādības atainošanai), kas ir jau ievērojami pieklājīgāka paraugkopa par vienu sezonu, tomēr tik un tā ir samērā īss laiks, un tā pirmšķietamā atbilstība ekstrapolācijai bija pretrunīga. No vienas puses, pagātnes situācijas atainošanai noteikti noderīgāka būtu ilgāka datu rinda – par gadu desmitiem, kuros notiek Rīgas pretslīdes apstrāde, un pagātnes aina nav mazsvarīga, jo tā ir atskaites punkts šā Pētījuma tagadnes un nākotnes ainas vērtējumam, secinājumiem un rekomendācijām: problēmas un vajadzība pēc to risinājumiem balstās uz ilglaicīgākas situācijas pagātnē, ja nekādas problēmas visu laiku nepastāv, nav vajadzības arī pēc risinājumiem. Viena lieta, kas bija zināma par pagātnes atšķirību no tagadnes (bez konkrētiem skaitļiem, bet pēc RDS vispārīgas informācijas), ir tā, ka pie sāls ekonomijas tiek pastāvīgi strādāts tīri ekonomisku apsvērumu dēļ, tāpēc izšķērdīga sāls lietošana tiek pastāvīgi mazināta, aizvien precizējot nepieciešamās normas, metodika aizvien pilnveidojas, atsakoties no neekonomiskākās sausa sāls kaisīšanas

par labu mitrināta un šķīdināta sāls kaisīšanai/izsmidzināšanai, pilnveidojas arī pašas tehnikas vienības, kas precīzāk spēj izkaisīt iecerēto sāls daudzumu, nevis neprecizitātes dēļ ar lieku drošības rezervi, un tagadnē sāls patēriņa intensitāte konkrētā apledošanas situācijā noteikti ir ekonomiskāka nekā pagātnē, un noteikti ne otrādi. No tā izrietēja pieņēmums, ka iepriekš piesārņošana ar sāli varētu būt bijusi intensīvāka un pēdējie septiņi gadi varētu būt sākušies no mantotā fona līmeņa, kas bijis augstāks, nekā to radītu pašreizējā prakse, ja konkrētā apledošanas situācija caurmērā būtu nemainīga. Tomēr septiņi gadi ir pietiekams laiks, lai mantotais sāls piesārņojums būtu jau paspējis ievērojami izkliedēties, un, gadījumā, ja konkrēto apledošanas situāciju vajadzības bijušas līdzīgas un atšķirības sāls patēriņā bijušas tikai no senāk neekonomiskākajām metodēm, tās nevarētu būt tik būtiskas, lai vēl šobrīd ietekmētu palikušo sāls piesārņojumu, kura līdzsvaru nosaka pašreizējā prakse. Tomēr vēl palika jautājums, vai konkrēto apledošanas situāciju vajadzības nevarētu būt izmainījušas tik būtiski, ka senākos gados sāls ir bijis jātērē daudzāk, vairāk, no kā varētu izrietēt, ka pēdējo sezonu radītajā piesārņojumā joprojām ir ievērojams senāko gadu mantojuma īpatsvars, bet galvenais – ka dažādi sāls kaitējuma apmēri, kas fiksēti senākos pētījumos (neiegūstot ziņas par pašu toreizējo sāls piesārņojuma līmeni), varētu vairs nebūt attiecināmi uz to kaitējumu, kādu var nodarīt pašreizējais sāls piesārņojuma līmenis un paredzamais nākotnē.

Tas ir jautājums par klimata pārmaiņām: vai pēdējos gadu desmitos tās nav notikušas tik strauji, lai pēdējie septiņi gadi vairs nebūtu reprezentatīvi secinājumiem par neseno pagātni.

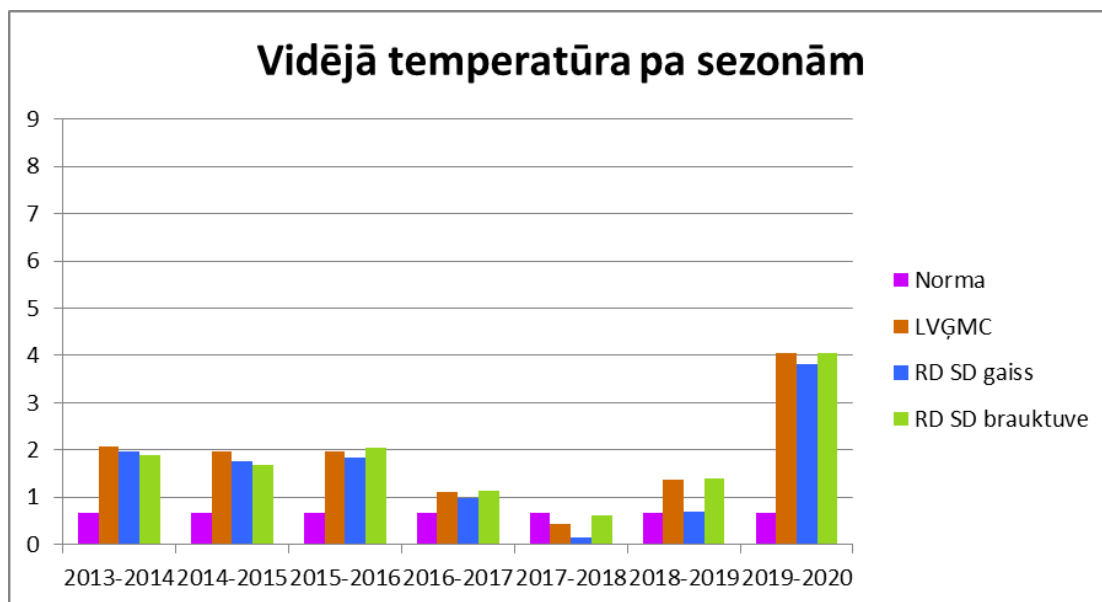
Pirmais un vienkāršākais šā jautājuma izpētē bija pašu klimata pārmaiņu neilgā laikposmā esamības vai neesamības noskaidrošana.

Aktuālā klimatiskā norma, balstoties uz nesenās pagātnes datiem, ir fiksēta Latvijas būvnormatīvā LBN 003-19 "Būvklimatoloģija" (apstiprināts ar Ministru kabineta 17.09.2019. noteikumiem Nr.432). Ilgtermiņa vidējā gaisa temperatūra un nokrišņi pa mēnešiem dažādās Latvijas vietās, tostarp Rīgā, tur ir balstīta uz LVĢMC novērojumiem 30 gadu laikposmā no 1989. līdz 2018. gadam, tātad pavisam aktuāla. Attiecīgi šie divi galvenie pēdējo septiņu pretapledošanas apstrādes sezonu laikapstākļu parametri ir salīdzināti ar klimatisko normu vidēji gandrīz pēdējos 30 gados (kuri nepārklājas tikai ar divām pēdējām sezonām, no kurām tikai pēdējā bija īpaši atšķirīga no iepriekšējām sešām): skat. 5. un 6. grafiku.

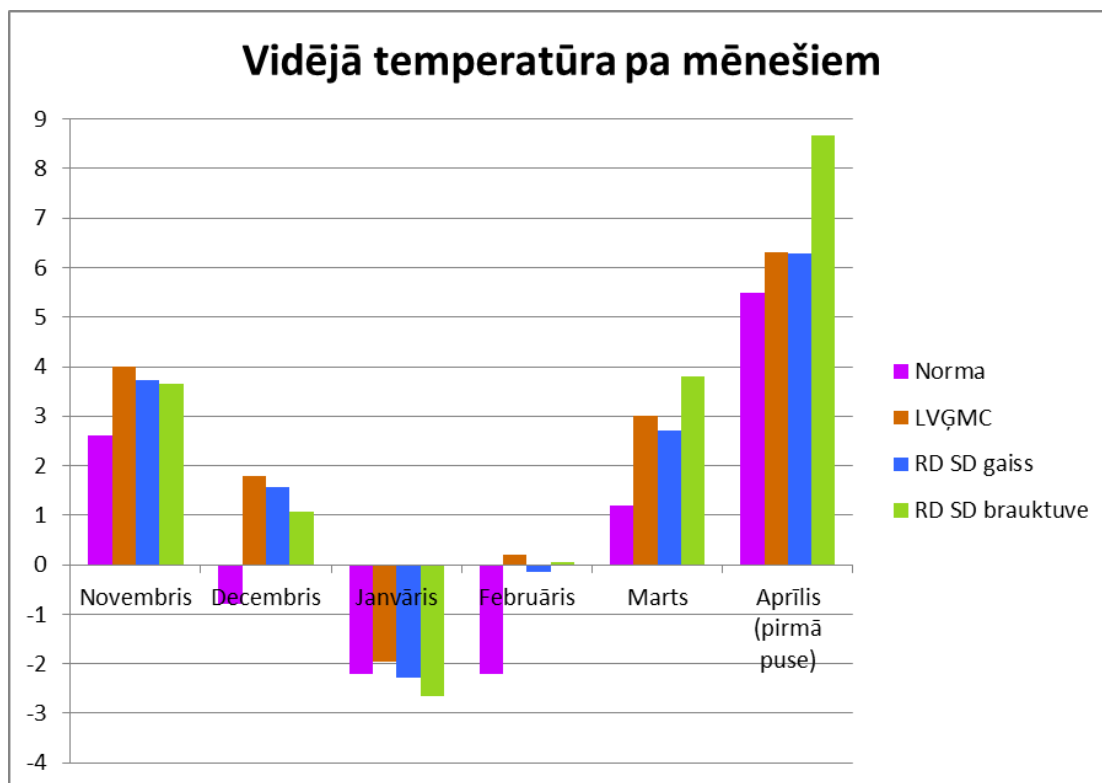
Kā redzams, pēdējo septiņu sezonu vidējā temperatūra ir bijusi būtiski augstāka par klimatisko normu visā nesenajā otrās Latvijas Republikas vēsturē: divās sezonās temperatūra bijusi par 0,5-1°C augstāka, trijās – par 1-1,5°C augstāka, vienā – par 3,4°C augstāka, un tikai vienā – nenozīmīgi zemāka par 0,25°C; vidēji visās – par 1,86°C augstāka, nekā klimatiskā norma (salīdzinājums pēc LVĢMC datiem).

Arī mēnešu griezumā visās septiņās pēdējās sezonās temperatūra ir bijusi būtiski augstāka par klimatisko normu – izņemot janvāri, kurš ir apmēram saglabājis savu aukstumu, attiecīgi palielinot atšķirību no decembra (kura temperatūra tagad pārgājusi no mīnusiem uz plusiem) un radot atšķirību februāra (kurš tagad ap nulli, bet normā bijis vienāds ar janvāri).

5. grafiks



6. grafiks

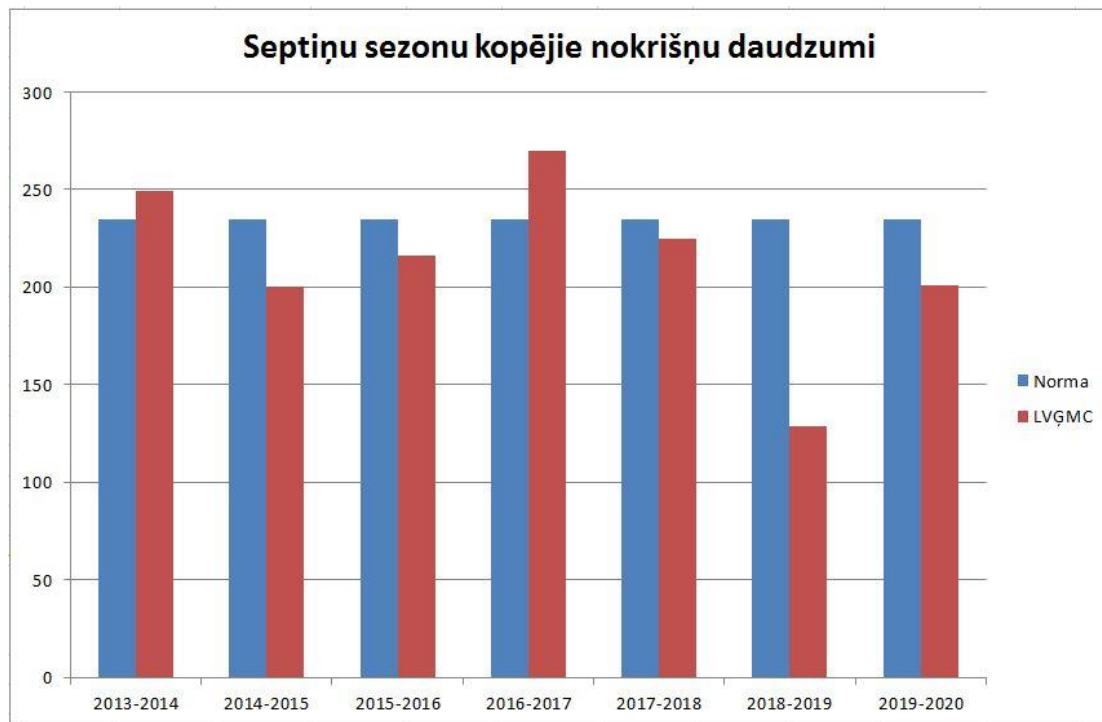


Savukārt nokrišņos tik lielu atšķirību nav (skat. 7. un 8. grafiku): sešās no septiņām sezonām tie svārstās ap klimatisko normu tuvu tai, kaut caurmērā nedaudz mazāki, un tikai viena īpaši sausā sezona (2018./19.) nokrīt bezmaz līdz tikai pusei normas. Sadalījumā pa mēnešiem šī viena sausā sezona izkļiedējas un attiecīgi

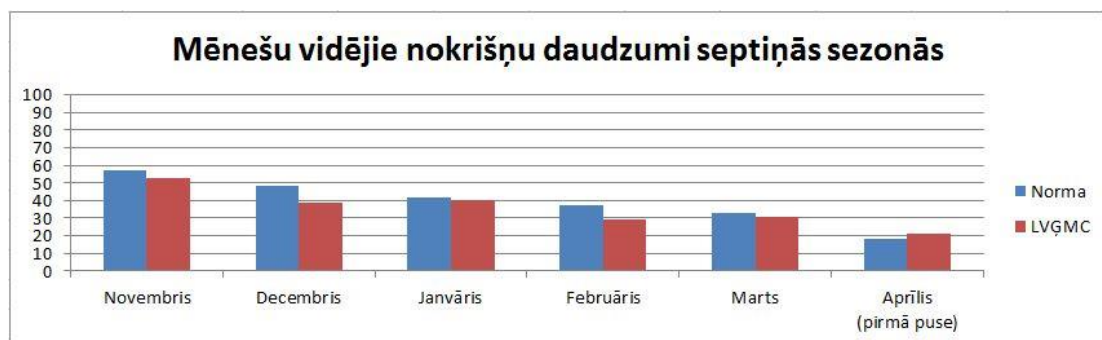
Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā, balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes

samazina visu mēnešu nokrišņus zem normas (izņemot aprīļa pusi, kas jau uz pretledus apstrādi praktiski neattiecas).

7. grafiks



8. grafiks



Pirms iepriekšējā nodaļā atainotajiem Pētījuma rezultātiem šis provizoriskais salīdzinājums vedināja uz hipotēzi, ka vidējais vēsturiskais sāls patēriņš iepriekšējos gadu desmitos būs jāpieņem par proporcionāli lielāku, nekā pēdējās septiņās sezonās, par kādu vidēju koeficientu atbilstoši temperatūrai, kas atklāsies, veicot iepriekšējā nodaļā izklāstīto analīzi. Tomēr, kā tur jau izklāstīts, šādu koeficientu vai vispār kādu pielietojamu sakarību atrast neizdevās. Tajā vienīgajā sezonā, kurā gaisa temperatūra ir pat mazliet zem klimatiskās normas (bet nokrišņi – starp visām septiņām vistuvāk tai), sāls patēriņš ir tikai ceturtais lielākais jeb vidējais starp septiņām, un nav nekādu pazīmju, ka sezonas vidējās temperatūras pieaugums līdz +2°C ietekmētu sāls patēriņu uz to vai citu pusi. Tikai vismazākais sāls patēriņš it kā likumsakarīgi ir sezonā ar visaugstāko temperatūru, kurā tā ir radikāli augstāka nekā citās – +4°C, tomēr pat šis

patēriņa samazinājums nav temperatūrai atbilstoši radikāls, jo tā atšķirība no otrā mazākā patēriņa ir daudz mazāka, nekā sāls patēriņa atšķirības starp pārējām sešām it kā savstarpēji līdzīgākajām sezonām, starp kurām lielākā un mazākā patēriņa skaitliskā starpība ir seškārt, bet atšķirība reizēs – divkārt lielāka.

No šīs analīzes Konsultants ir secinājis, ka pretslīdes apstrādes sezonu vidējo temperatūru svārstības 0-2°C diapazonā nekorelē ar sāls patēriņu šajās sezonās, un pat temperatūras paaugstināšanās līdz +4°C izraisa sāls patēriņa samazinājuma tikai iespējami, bet ne pierādīti un ne būtiski: iespējams, pat pie šādas vidējās temperatūras citā sezonā sāls patēriņš varētu iekļauties starp konkrēto pārējo sešu sezonu patēriņiem, neklūstot vismazākais. Balstoties uz šā secinājuma, Pētījumā ir pieņemts, ka pēdējās septiņas sezonas, par spīti statistiski nozīmīgi augstākai par pēdējo trīsdesmit gadu klimatisko normu vidējai temperatūrai, ir reprezentatīvas ekstrapolācijai nesenā vēsturē un netālā nākotnē. Īpaši pamatots šis pieņēmums šķiet attiecībā uz netālo nākotni, jo iespējams, ka šīs sezonas raksturo klimatiskās normas izmaiņas tendenci un vairs neatšķirsies no nākamajā LBN "Būvklimatoloģija" fiksējamās klimatiskās normas. Savukārt attiecībā uz neseno pagātņi neatbildēts un neatbildams paliek jautājums, vai sakarība starp temperatūru un sāls patēriņu neparādās zemāku temperatūru diapazonā: piemēram, starp daudzajām vidējo klimatisko normu +0,68°C veidojošajām sezonām neizbēgami ir bijis daudz sezonu arī ar būtiski zemāku temperatūru, tostarp ar vidējo temperatūru zem nulles (kādu septiņās analizētajās sezonās nav). Iespējams, šāda sakarība pie kādas noteiktas zemas temperatūras sāk parādīties (tāpat kā, iespējams, tā sāk parādīties pie +4°C), un tādā gadījumā vidēji sāls patēriņš pagātnes sezonās tomēr izrādītos lielāks. Tomēr būtiskas nozīmes šādām iespējamām mērenām atšķirībām šajā Pētījumā nav, turklāt secinājumu izdarīšana, neņemot vērā šādu iespējamu apstākli, ir pēc maksimālās piesardzības principa: Pētījumā turpmāk norādītās citos pētījumos konstatētās sāls nelabvēlīgās ietekmes ir uzskatītas par pēdējo sezonu sāls pielietojumam atbilstošas sāļainības izraisītām, nevis par intesīvāka sāls pielietojuma izraisītām, kādas pašreizējais sāls pielietojums jau varētu vairs neizraisīt.

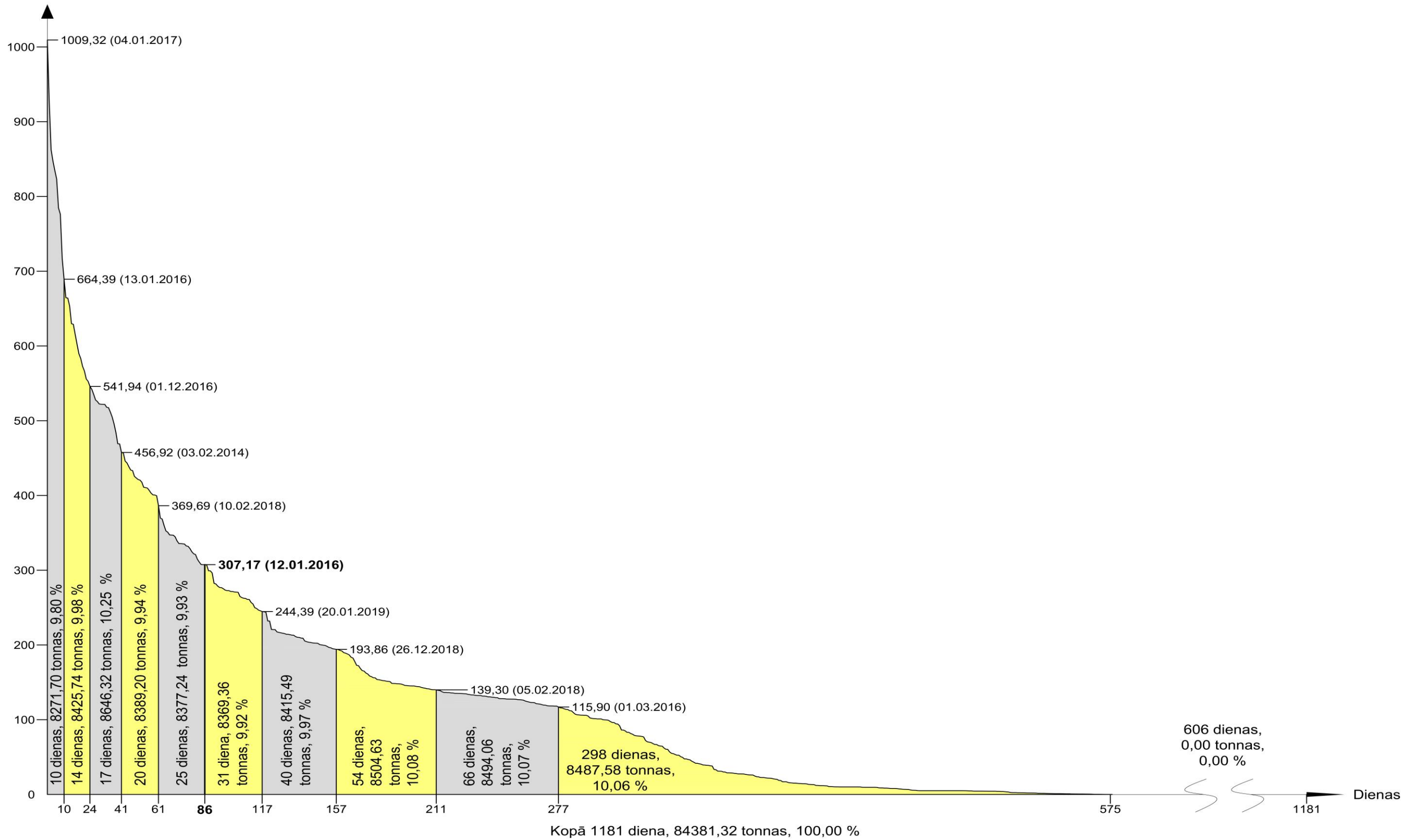
Piedevām vēl ir pamats uzskatīt, ka šīs septiņas sezonas, kas sastāv ne tikai no pēc galvenajiem klimatiskajiem parametriem savstarpēji līdzīgām (iespējams, šobrīd un turpmāk – vidēji statistiskām), bet arī divām krasi atšķirīgām (viena – īpaši sausa, otra – īpaši silta) sezonām ir paraugkopa, kas labāk reprezentē ilgtermiņa laika ritējumu ar tā dabiskajām svārstībām, nekā tikai vidēji statistiski gadi.

5.3. Sāls nokļuves Rīgas vidē nevienmērība pa dienām

Ielu pretslīdes apstrāde ar sāli objektīvi ir nevienmērīgs process, jo to veic tikai reaģējot uz apledošanu izraisītiem apstākļiem, kādi Rīgas ziemas sezonas strauji mainīgajos laikapstākļos veidojas ne tuvu ne ik dienu. Sāls patēriņa nevienmērības noskaidrošanai un atainošanai visas visu septiņu pretslīdes apstrādes sezonu dienas kopskaitā 1181 ir sarunzētas vienā rindā dilstošā secībā no vislielākā sāls patēriņa līdz nullei, un rezultāts apkopots 9. grafikā.

9. grafiks.

Sāls diennakts patēriņš tonnās



9. grafiks sākas ar 2017. gada 4. janvāri – dienu, kurā bijis vislielākais vienas dienas sāls patēriņš: 1009,32 tonnas, kas ir 1,2% visa septiņos gados izlietotā sāls. Tālāk dienu patēriņa krituma līknes ierobežotais laukums, kura platība atbilst kopējam sāls patēriņam, ir sadalīts desmit desmitdaļās (tajās ierakstītie patiesie procenti nedaudz svārstās ap 10%, jo dalījuma solis ir viena vesela diena, tāpēc nav iespējams sadalīt precīzās desmitdaļās, un veselas dienas ir iedalītas vienā vai otrā daļā tā, lai daļu summu atšķirības no apaļiem 10% būtu vismazākās). Katras desmitdaļas sākumā ir ierakstīts tās dienas datums, ar kuru tā sākas, un tajā izlietotais sāls daudzums: tam faktiski nav nozīmes, tas ir tikai atgādinājums, ka šis nav abstrakts netiešs aprēķins, bet gan sasummētas visas pilnīgi konkrētās dienas, katra ar savu datumu un precīzu sāls daudzumu. Grafika vidū izceltais 2016. gada 12. janvāris ir vidējā diena tādā nozīmē, ka puse visa sāls ir izlietota dienās ar lielāku patēriņu un puse – ar mazāku: šis dienas sāls patēriņa datu lapu lapas ir parauga veidā pievienotas 1. pielikumā.

Kā redzams, pirmā desmitdaļa no septiņu gadu sāls ir izlietota desmit dienās ar vislielāko sāls patēriņu, tātad vidēji katrā no šīm dienām ir izlietots 1% septiņu gadu sāls. Tālāk, katrā desmitdaļā ietilpstošo dienu sāls patēriņam krītoties, dienu skaits pieaug, un pēdējā desmitdaļa ir izlietota kopskaitā jau 298 dienās. Kopumā dienu, kurās vispār ir kaisīts sāls, ir 575, bet vislielākais ir to dienu skaits, kurās sāls nav kaisīts nemaz: 606. Tas gan ir metodoloģisks artefakts: šo proporciju rada pretslīdes sezonā ietvertā aprīļa pirmā puse. Ja aprīļa dienas bez sāls kaisīšanas neietvertu sezonā, tāpat kā nav ietvertas oktobra dienas bez sāls kaisīšanas, sāls būtu kaisīts vairāk nekā pusē visu sezonu dienu (un otrādi: ja turpretī sezonai līdz ar pusi aprīļa pieskaitītu vēl arī pusi oktobra, bezsāls dienu pārsvars būtu vēl lielāks).

Šī analīze ir sniegta pirms turpmākajās nodaļās sniegtajiem vidēji aritmētiskajiem sāls piesārņojuma rādītājiem uz Rīgas tiltiem un ielām un vidē ap tām, lai nevis liktu lasītājam pašam noprast vai Konsultantam aprakstīt vispārīgiem vārdiem, ka reālie momentānie sāls daudzumi no ilglaicīgi vidējiem var atšķirties “protams”, “ievērojami”, “būtiski” u.tml., bet gan uzskatāmi un maksimāli precīzi demonstrētu, cik lielā mērā šie vidējie rādītāji neatspoguļo katras atsevišķas dienas situāciju: dienās ar vislielāko izkaisīto sāls daudzumu koncentrācijas var būt simtkārt lielākas par vidējām. Vai otrādi. Cilvēks parasti iedomājas par sāls radītajām neērtībām tajā momentā, kad tās izjūt, piemēram, sāls ir nobaltinājis automašīnu vai apavus. Šādā reizē der ņemt vērā, ka, iespējams, tā ir tā diena, par kuru vidējais sāls piesārņojums visas sezonas griezumā ir simtkārt mazāks. Šādu ekstremālu dienu kopumā ir ļoti maz, turklāt var apgalvot, ka, pat ņemot vērā sāls aizkavēšanos uz ielām pēc kaisīšanas, apmēram pusē pretapledošanas apstrādes sezonas (piecarpus mēnešu) dienu tieši uz ielu virsmas sāls vairs nav nemaz.

5.4. *Sāls vidējie daudzumi apstrādājamo ielu un tiltu platības kvadrātmetrā un koncentrācijas litrā nokrišņu dažādos griezumos*

Pēc izkaisītā sāls daudzuma, kas nav tas rādītājs, ko tieši izjūt cilvēki un vide analīzes, jāpāriet pie tā, kas tieši izraisa izjūtos efektus, proti, šā daudzuma izraisītajām sāls koncentrācijām virsmas platībās un tilpuma vienībās.

Atbilstoši izkaisītā sāls daudzuma nevienmērībai nevienmērīgas ir arī tā izraisītās koncentrācijas. Kāda ir izkaisītā sāls daudzuma nevienmērība atšķirībā no vidēji statistiskajiem rādītājiem, ir jau izvērtēts iepriekšējā nodaļā. Tāpēc šajā nodaļā netiek vērtētas ekstremālās, bet gan vidējās koncentrācijas, jo ekstremālās koncentrācijas šajā konkrētajā Pētījumā sagādājušās katram pašam viegli un ērti pārrēķināmas: simtkārt lielākas par vidējām. Protams, šis vienkāršotais aprēķins sniedz tikai realitātei tuvinātu momentāno koncentrāciju no vidējām statistiskajām, kuras arī ir tuvinātas, nākamajā rindkopā izklāstīto iemeslu dēļ.

Sāls koncentrāciju vidē, kura pirmkārt veidojas tieši uz ielas vai tilta, uz kura sāls izkaisīts, vidēji statistiski veido viss sāls daudzums virsmas platībā, kas izšķīdis visā nokrišņu daudzumā uz šīs platības: gan tajā (ledus vai sniega veidā), kura šķīdināšanai sāls tiek uzkaisīts, gan tajā, kas uzkrīt pēc tam. Protams, šis vienkāršais aritmētiskais aprēķins patiesību atspoguļo tikai aptuveni gan ilgtermiņā, gan vēl jo vairāk momentā. Pirmkārt, maksimāli intensīva pretapledošanas apstrāde visbiežāk notiek tieši intensīvas snigšanas laikā ar divām secīgām darbībām: vispirms notīra sniegu, un pēc tam uz atlikušā ceļa virsmai parasti jau nedaudz pieblīvētā sniega ber kausējošo reaģentu. Šādā brīdī sāls koncentrācija rezultātā iznāk daudz lielāka, nekā ja to šķīdinātu visā nokrišņu (sniega) apjomā, toties tikai uz pašas ielas virsmas: ielu malās vispirms nošķūrētais sniegs ir praktiski tīrs, un sāls sāk nonākt vidē ārpus ceļa tikai ar nākamo sniega šķūrēšanas reizi, ja intensīva snigšana turpinās un apstrāde tiek veikta atkārtoti: vidēji statistiski šādas situācijas ir maznozīmīgi retas. Savukārt statistiski daudz biežākās situācijās, kad kausējamā ledus vai sniega daudzums ir neliels, visa sāls sākotnēja izšķīšana visos nokrišņos uz ielas ir jau ļoti tuva patiesībai, bet arī šādās kaisīšanas epizodēs tiešās koncentrācijas uz asfalta virsmas ir daudz lielākas, nekā vidēji sezonas griezumā, jo apmēram pusē sezonas dienu sāli nekaisa nemaz (skat. iepriekšējo nodaļu), un sezonas vidējās koncentrācijas veidojas kopā ar šīm dienām, kad nokrišņu gadījumā tajos izšķīdis sāls neveidojas vispār (vai izšķīst tikai niecīgi pārpalikumi no iepriekšējām dienām).

Sāls daudzums kvadrātmetrā ielu un tiltu virsmas un koncentrācija litrā nokrišņu uz šīm virsmām dažādos griezumos ir dots 10. un 11. grafikā.

Kā redzams, maksimālais daudzums sāls, kas izkaisīts vidējā kvadrātmetrā ielu platības (no tām ielām, kurās tiek veikta pretslīdes apstrāde, skat. 2. daļu), visas sezonas garumā var pārsniegt 3 kg (maksimālajā 2016./17. gada sezonā). Vidēji tas sastāda 17,7 g/m² dienā un, izšķīstot visos attiecīgajā platībā nokritušajos nokrišņos, veido koncentrāciju 10,6 g/l jeb 1,06 %.

Priekšstatam par šādu sāļumu var salīdzināt to ar vairumam Latvijas iedzīvotāju labi pazīstamo Rīgas jūras līča ūdens sāļumu Jūrmalas piekrastē un Baltijas jūras sāļumu Liepājas piekrastē peldsezonas laikā (jūnijs-augusts): attiecīgi 0,475% un 0,698%³. Tātad šādi vidēji aritmētiski iegūtā sālsūdens koncentrācija tieši uz Rīgas ielu virsmas maksimālā sāls patēriņa sezonā vidēji ir 1,5-2,2 reizes augstāka par Latvijā populāro jūras un līča peldvietu ūdens sāļumu. Trīs sezonās tā ir bijusi pat mazāk sāļa par jūras (un divās – par līča) peldūdeni. Šādas vidējās sāls koncentrācijas uz asfalta virsmas nebūt nav iespaidīgas: tās ir 3-4 reizes mazākas nekā Pasaules okeāna, Vidusjūras un Sarkanās jūras ūdenī. Uz tiltiem šīs koncentrācijas ir ļoti līdzīgas, nebūtiski augstākas (tiltu pretslīdes apstrāde ir caurmērā nedaudz

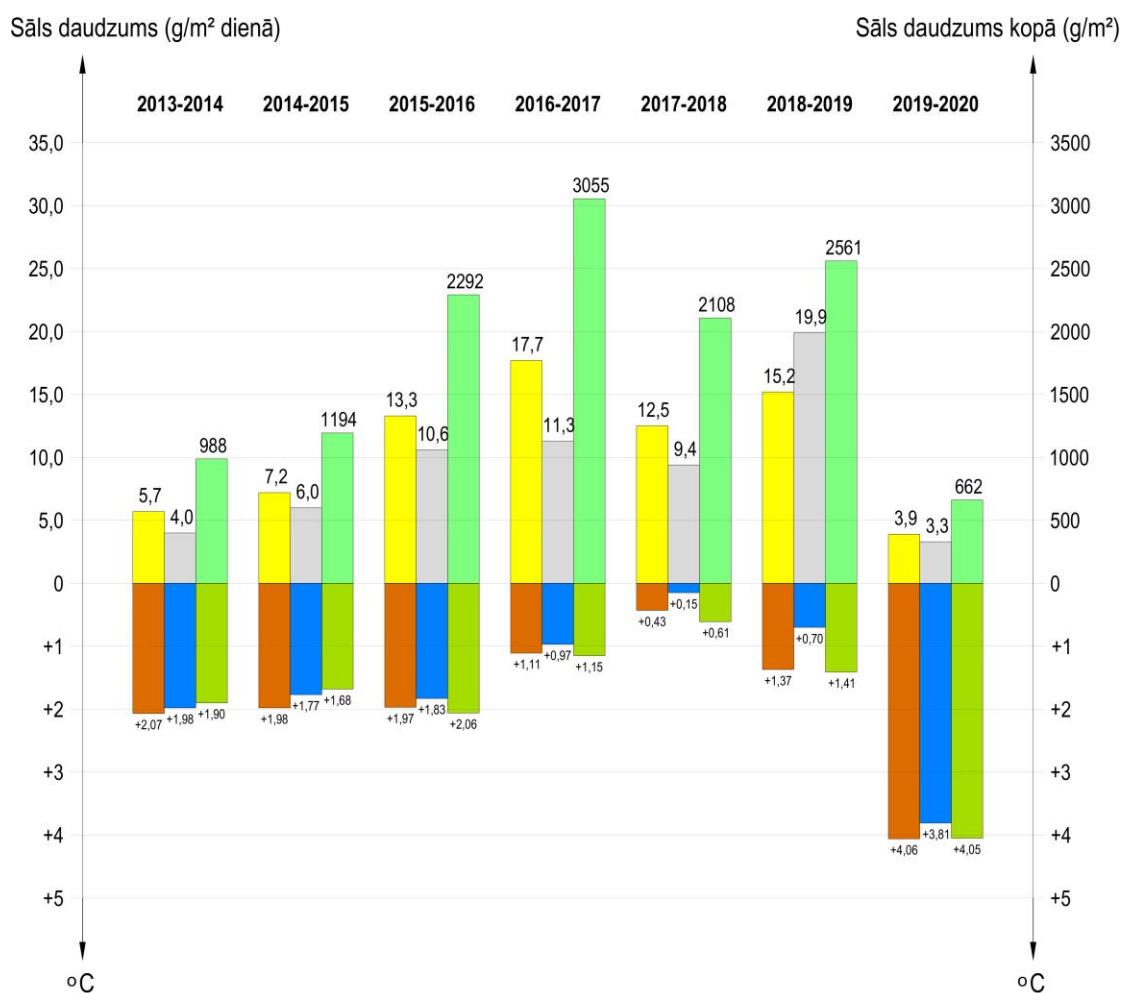
³ Baltijas jūras locija, Latvijas piekraste, 2014, https://www.lja.lv/sites/default/files/page_attachments/locija_2015_09.pdf

Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā, balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes

intensīvāka). To būtisks kaitējums apaviem un automašīnām ir apšaubāms. Vienlaikus jānorāda, ka tieši aktuālas pretslīdes apstrādes laikā koncentrācijas ir daudz lielākas par šīm vidējām, kas citādi arī nevar būt, jo 1,06% sāls šķīduma sasaldšanas temperatūra ir ap -0,9°C, kam būtu maza jēga preapledojuuma apstrādē. Tomēr tāpat arī jāatgādina, ka pat ekstremālās dienās tās nebūs simtkārt lielākas, jo koncentrācija nevar pārsniegt ne vien 100%, bet pat piesātināta NaCl ūdens šķīduma koncentrāciju pretapledojuuma apstrādei aktuālās temperatūrās, kas ir ~23% jeb tikai ~50 reizu vairāk nekā Jūrmalas peldūdenī.

10. grafiks

Sāls daudzums kvadrātmetrā un litrā nokrišņu uz ielām pa sezonām ar to vidējo temperatūru un kopējiem nokrišņiem

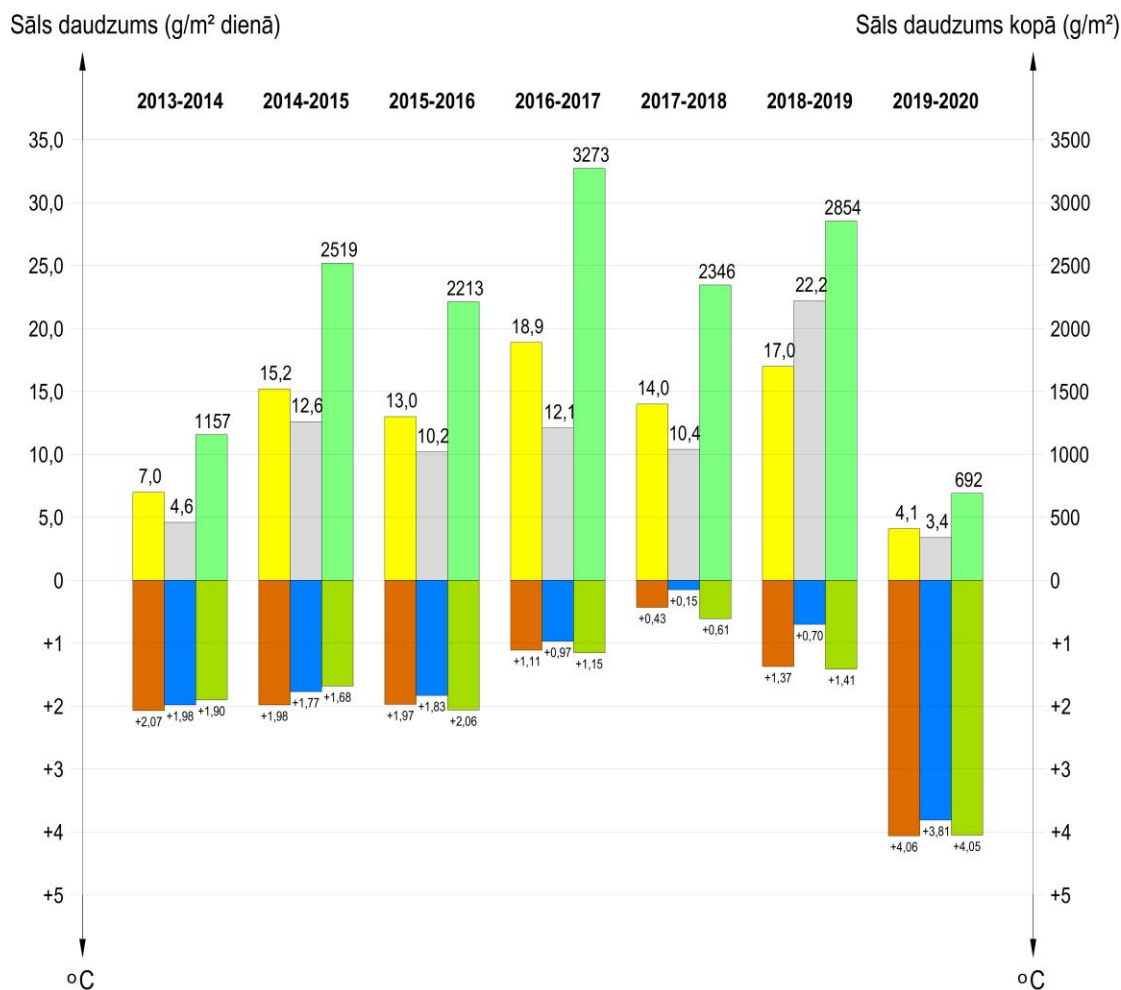


Apzīmējumi:

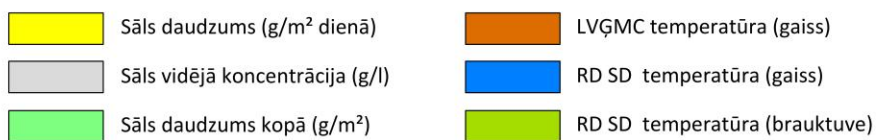


11. grafiks

Sāls daudzums kvadrātmetrā un litrā nokrišņu uz tiltiem pa sezonām ar to vidējo temperatūru un kopējiem nokrišņiem



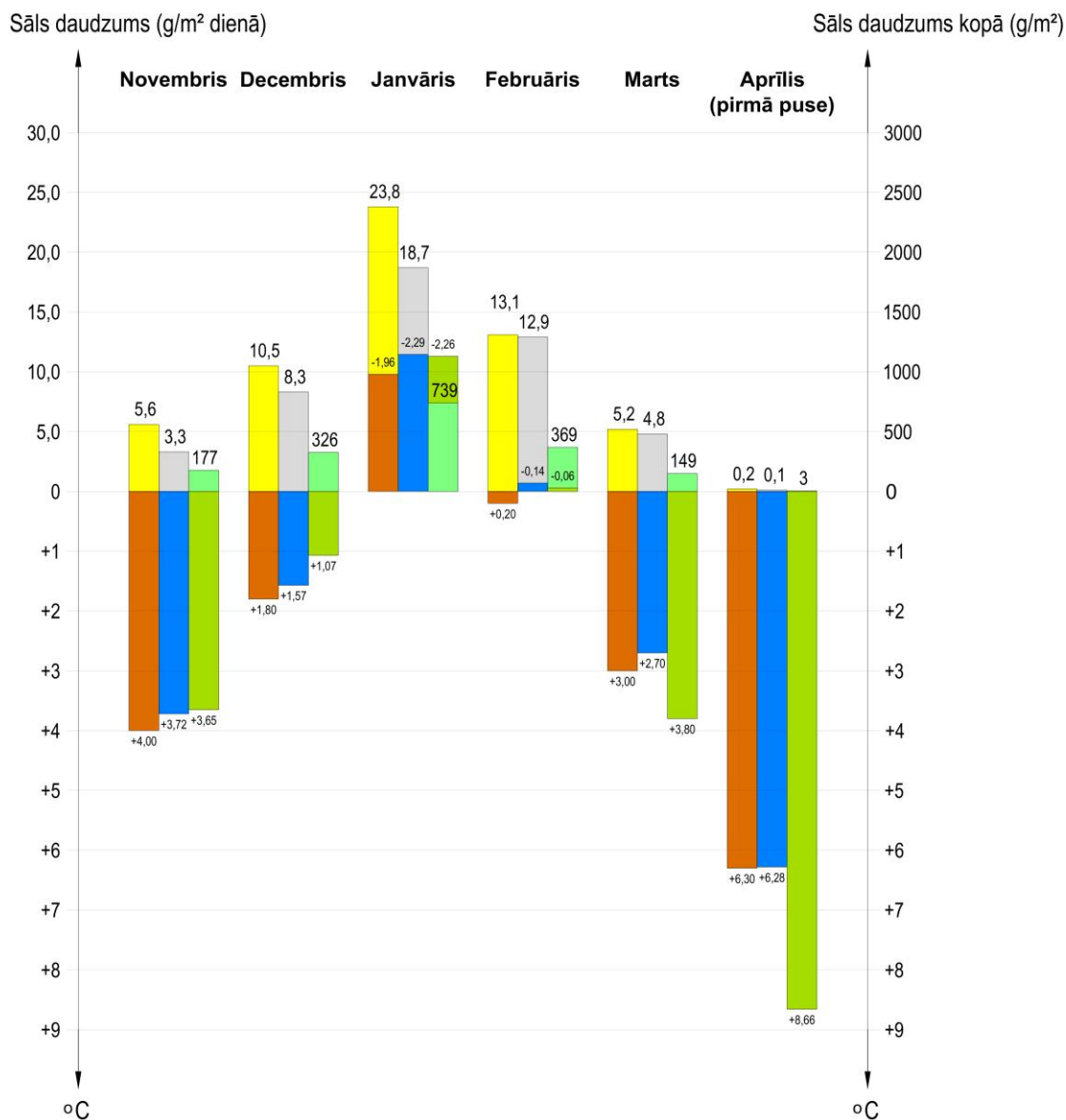
Apzīmējumi:



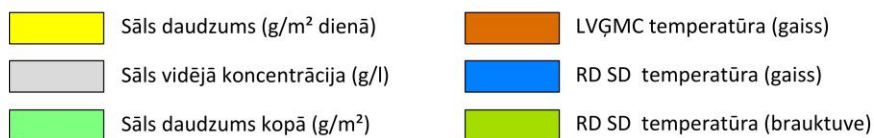
Analoģiski aprēķini par sāls vidējām koncentrācijām ir sagatavoti arī pretapledošanas sezonu vienāda nosaukuma mēnešu griezumā (skat. 12. un 13. grafiku).

12. grafiks

Sāls daudzums kvadrātmetrā un litrā nokrišņu uz ielām pa mēnešiem ar to vidējo temperatūru un vidējiem nokrišņiem

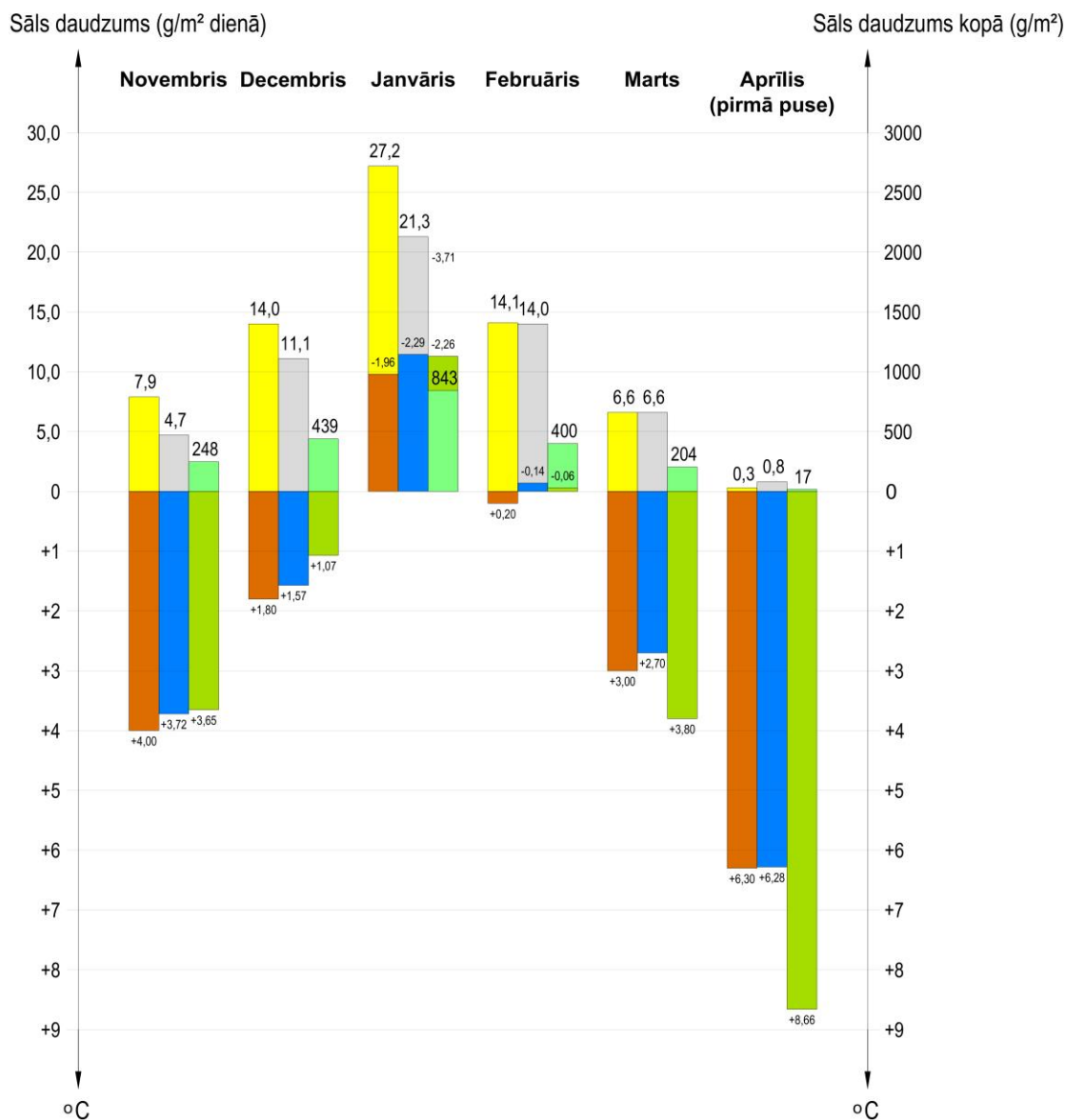


Apzīmējumi:



13. grafiks

Sāls daudzums kvadrātmetrā un litrā nokrišņu uz tiltiem pa mēnešiem ar to vidējo temperatūru un vidējiem nokrišņiem



Apzīmējumi:

- | | |
|---|---|
| Sāls daudzums (g/m^2 dienā) | LVĢMC temperatūra (gaiss) |
| Sāls vidējā koncentrācija (g/l) | RD SD temperatūra (gaiss) |
| Sāls daudzums kopā (g/m^2) | RD SD temperatūra (brauktuve) |

Tajos skaitļi ir apbrīnojami līdzīgi iepriekšējiem: mēnesis ar vidēji vislielākajām koncentrācijām ir janvāris, un šīs koncentrācijas ir gandrīz tādas pašas (nedaudz mazākas), nekā vidēji sezonā ar vislielākajām koncentrācijām – 2018./19. Šādas vidējās koncentrācijas dabā mainīgo situāciju raksturo tā, ka patiesībā bieži vien, jo īpaši janvārī, jo īpaši 2018./19. gada sezonā, uz ielu un jo vairāk tiltu virsmas pēc intensīvas pretapledošanas apstrādes palikusi sausa sāls rezerve, kas nav spējusi izšķīst nepietiekamajā ūdens daudzumā: tā ir pazīstamā situācija ar sāls nobaltinātu sausu asfaltu, šis sāls izšķīst nākamajās nokrišņu porcijās, preventīvi novēršot to piesalšanu pie asfalta, bet gan uzreiz kausējot/šķīdinot.

5.5. Kopumā Rīgā uz ielām un tiltiem patērētie sāls daudzumi dienās pa to gaisa un ceļa seguma temperatūrām

Interesants rādītājs ir arī tas, kādās temperatūrās patērē cik daudz sāls, pārbaudot arī, vai un kādas parādās atšķirības atkarībā no tā, vai vērtē pēc gaisa, vai brauktuves temperatūras, jo tas ļauj novērtēt, vai tieši tajās dienās, kad pretapledošanas reaģents tiek lietots (nevis vidēji visās pretapledošanas apstrādes periodu dienās, no kurām pusē pretapledošanas apstrāde nenotiek, ar to vidējām temperatūrām), pielietotais reaģents ir visefektīvākais, vai varbūt par spīti sezonu vidējiem klimatiskajiem rādītājiem tiešā pretapledošanas apstrāde izrādās vajadzīga dienās, kuru laikapstākļi no tiem atšķiras.

14. grafikā ir doti kopējie sāls patēriņi dienās pa gaisa temperatūrām, kuras ranžētas ar viena grāda soli (apaļā grādu vērtība ir intervāla vidus, kas ietver visas dienas no pusgrādu zemākas līdz pusgrādu augstākai temperatūrai), un grafika apakšdaļā parādīts attiecīgās temperatūras dienu skaits, kurā patērēts attiecīgais sāls daudzums.

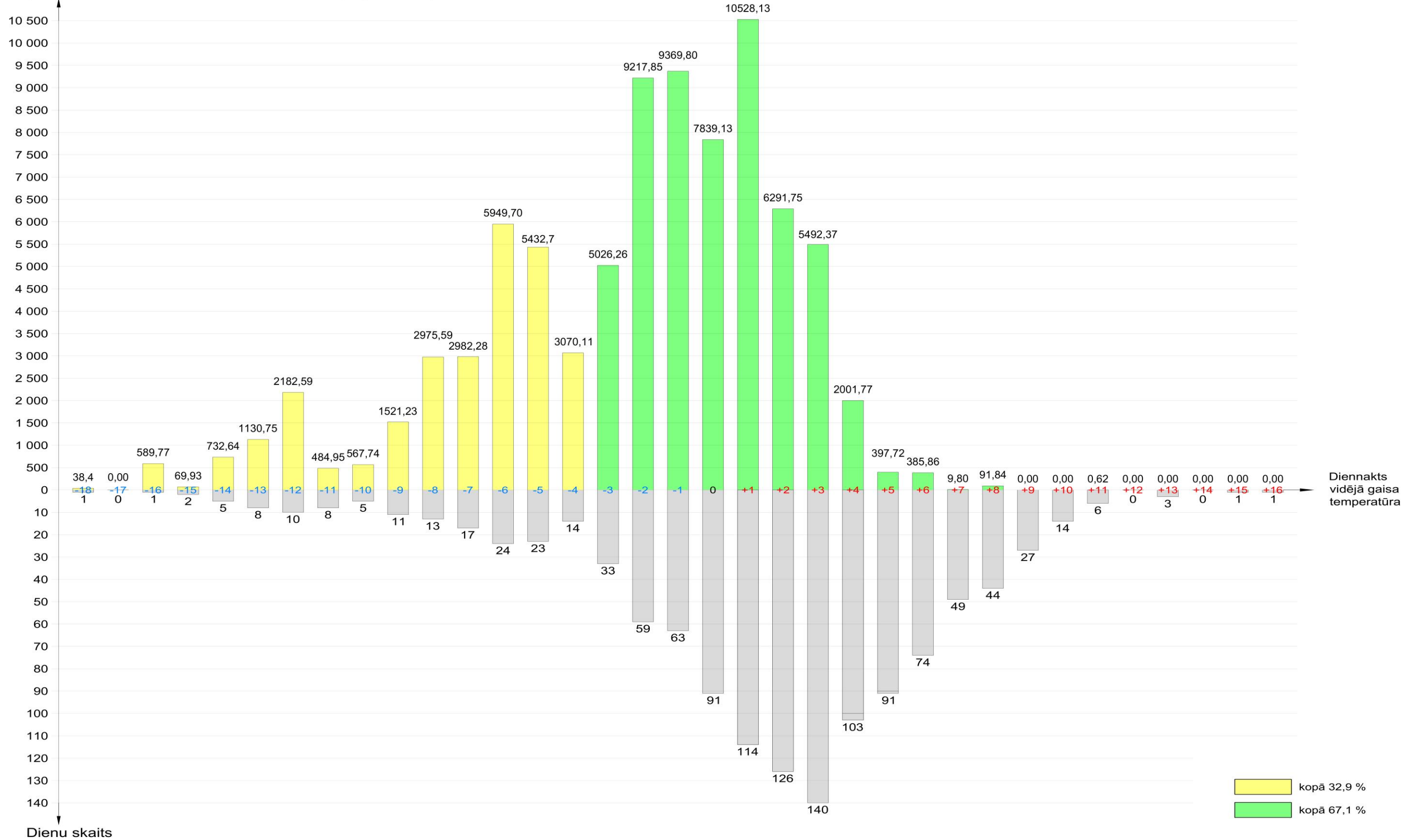
Tā temperatūra, līdz kurai (skaitot no siltās puses) sāls ir visefektīvākais kausēšanas reaģents, ir $-3,5^{\circ}\text{C}$ (skat. 2. attēlu). Šādā temperatūrā tiek izlietotas divas trešdaļas visa sāls. Viena trešdaļa sāls tiek izlietota zemākās temperatūrās, kurās teorētiski lielāka kļūst magnija hlorīda kausētspēja, bet praktiskā pielietojumā tam piemīt citi trūkumi (tostarp 4,5 reizes lielāka patēriņa norma, skat. 2. tabulu), kuru dēļ šo reaģentu vismaz patstāvīgi, nevis kā piedevu, Eiropā nelieto (skat. 3.4. nodaļu), bet no -10°C temperatūras sālīm attiecībā 3/1 pievieno kalcija hlorīdu, kuram no šīs temperatūras ir vislielākā tūlītējā kausētspēja, bet kopējais summārais efekts (tūlītējais plus paliekošais) vislielākais ir tieši šādam maisījumam.

15. grafikā ir tieši tādā pašā veidā doti kopējie sāls patēriņi dienās pa ceļa seguma temperatūrām.

Kā redzams, kaut arī kopumā visās visu sezonu dienās brauktuves temperatūra bijusi vidēji par $0,2^{\circ}\text{C}$ augstāka par gaisa temperatūru (skat. 2. daļu), ir vērojama visa grafika nobīde uz auksto galu, kas liecina, ka par gaisa temperatūru zemāka brauktuves temperatūra ir vidēji statistiski raksturīgāka dienām, kurās nepieciešama pretslīdes apstrāde. Tomēr atšķirība ir nebūtiska: tik un tā gandrīz divas trešdaļas sāls izlieto temperatūrās, kas augstākas par $-3,5^{\circ}\text{C}$, un nedaudz vairāk par vienu trešdaļu – zemākās. Piedevām vēl redzams, ka 15. grafikā divreiz vairāk sāls nekā 14. grafikā (jeb par 2620 t, jeb par 3% no kopējā daudzuma), ir izlietots -4°C temperatūrā, kurā faktiski šī sāls kausētspēja vēl ir turpat, kur $-3,5^{\circ}\text{C}$ temperatūrā.

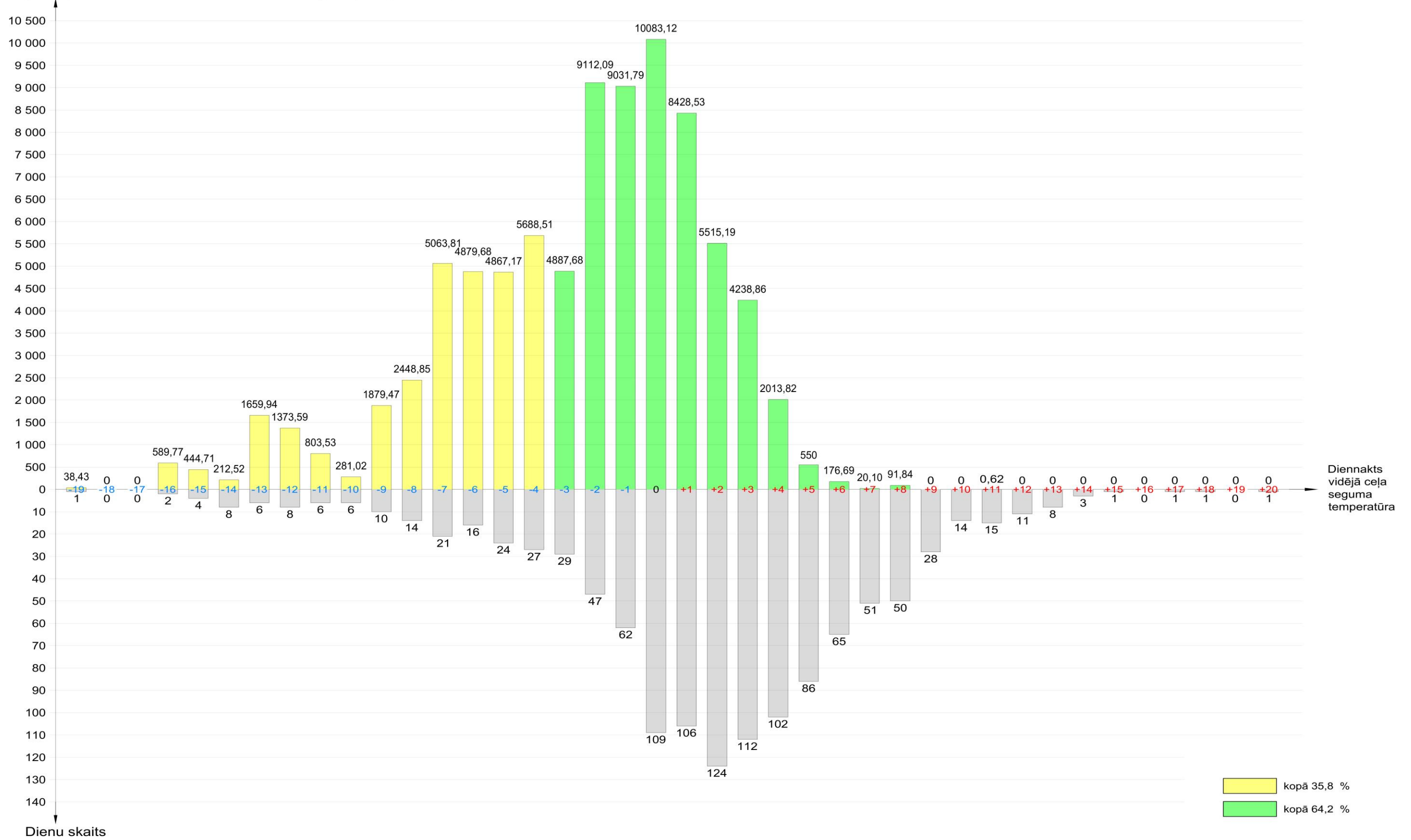
14. grafiks.

Kopumā patērētās sāls tonnas dienās ar attiecīgo gaisa temperatūru



15. grafiks.

Kopumā patērētās sāls tonnas dienās ar attiecīgo ceļa seguma temperatūru



Tieši šie 3% arī ir tie, par kuriem pēc brauktuves temperatūrām sāls patēriņš ir kā zemākā temperatūrā ir lielāks nekā pēc gaisa temperatūrām: faktiski var uzskatīt, ka šajā aspektā starp šiem grafikiem atšķirības nav. Abos grafikos vislielākais un abos praktiski vienāds sāls patēriņš ir temperatūrās no -2°C līdz +1°C: tieši šajā šaurajā temperatūru intervālā pēc gaisa temperatūras ir patērēts 43,80% un pēc brauktuves temperatūras 43,44% visa sāls – faktiski vienādi.

5.6. Ilgtermiņa kumulatīvais pretslīdes apstrādes ar sāli radītais augsnes sāļuma līmenis ielu malu augsnē

Šī ir galvenā, rezultējošā nodaļa, kurā apkopotas visas iepriekšējās nodaļās dažādos griezumos izvērtēto sāls patēriņa un tā radīto pārejošo koncentrāciju tieši uz izkaisīšanas virsmas sekas ilgtermiņā, kuras ir nosacīti paliekošas: kamēr vien sāls pielietošana turpinās (ja to pārtrauktu, tās izzustu gadu gaitā, ne uzreiz).

Attiecībā uz sāls nokļūvi vidē gads sadalās divās daļās: ziemas periods, kurā sāli kaisa, un pārējais periods, kurā sāli nekaisa. Attiecībā uz sāls ietekmi uz vidi, konkrēti, ielu malu apstādījumu zonā, gads sadalās praktiski tajās pašās divās daļās, tikai pēc citas pazīmes: ziemas periods, kurā augu dzīvības procesi ir praktiski apstājušies un saknes ūdeni neuzsūc (īpaši nemūžzaļie augi – lapkoki un krūmi, kas veido praktiski visus Rīgas ielu malu apstādījumus), un veģetācijas periods, kurā notiek augu dzīvības procesi un saknes uzsūc ūdeni ar tajā izšķīdušajām vajadzīgajām un arī kaitīgajām vielām.

Vispirms tā sāļuma novērtējumam, kurš ietekmē augus veģetācijas periodā, ir izvērtēts, cik daudz sāls tieši tiek izkaisīts veģetācijas periodos. Vidēji veģetācijas perioda garums Rīgā ir 202 dienas (1971.-2010.gada dati)⁴, tāpat varētu mēģināt lietot avotus, kuros norādīti veģetācijas perioda sākuma un beigu vidēji statistiskie datumi, bet Pētījumā ir izraudzīta cita pieeja: aprēķināt veģetācijas perioda sākumu un beigas katrā no konkrētajiem vērtētajiem septiņiem gadiem pēc šo datumu aprēķināšanas galvenās metodikas⁵:

- 1) veģetācijas perioda sākums ir datums, kad pirmo reizi diennakts vidējā gaisa temperatūra ir augstāka par +5,0°C, un tāda saglabājas vismaz 5 diennaktis pēc kārtas (pirmā no šīm piecām dienām);
- 2) veģetācijas perioda beigas ir datums, kad pirmo reizi pēc 1. jūnija diennakts vidējā gaisa temperatūra ir zemāka par +5,0°C, un tāda saglabājas vismaz 5 diennaktis pēc kārtas (pirmā no šīm piecām dienām).

Patiesībā veģetācijas periods pat pēc šīs aprēķina metodikas, kas ņem vērā tikai temperatūru, ir atšķirīgs pat katram augam atkarībā no vietas, kur tas atrodas:

⁴ <https://edu.lu.lv/mod/book/view.php?id=39525&chapterid=314>

⁵ Vides monitoringa programmas sadaļas „Klimata pārmaiņu monitorings” atskaite, 2012. gads, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi887PdlcjAhVLS4sKHXiD7gQFjAEegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fwww.meteo.lv%2Ffs%2FCKFinderJava%2Fuserfiles%2Ffiles%2FVide%2FKlimats%2FLatvijas_klimats%2FMonitoringa_atskaites%2FKlimata_parmainu_monitorings_atskaite_par_2012_g.doc&usg=AOvVaw3iJ52suJA5G7u4N5G9mu-R

pavisam netālu esošiem augiem saulē vai ēnā tas var atšķirties, Rīgas centrā un nomalē tas noteikti atšķiras utt.. Tāpēc šā Pētījuma vajadzībām veģetācijas perioda aprēķinam ir izmantotas tās pašas temperatūras, kas lietotas citiem aprēķiniem: RSD meteorostaciju izmērītās. Iegūtie veģetācijas periodu sākuma un beigu datumi līdz ar katrā veģetācijas periodā izkaisīto sāls daudzumu pēc tā sākuma aprīlī (vienugad – martā) un pirms tā beigām novembrī (vienugad – oktobrī) ir parādīti 16. grafikā.

Kā redzams, pēc veģetācijas perioda sākuma sāls ielās ir kaisīts tikai 2015. gadā, kad tas sākās 14.martā, un, visam izkaisītajam daudzumam (0,12 % visu sezonu sāls daudzuma) izšķīstot visos nokrišņos tajā laikposmā, kurā kaisīšana pārklājas ar sākušos veģetācijas periodu un iesūcoties augsnē, atrauti no šīs augsnes jau esošā piesārņojuma līmeņa izraisa sāļainību, kas sasniedz tikai 4,5% sasāļotas augsnes sliekšņa (pielietotās metodikas atšifrējums seko šīs nodaļas turpinājumā). Visu pārējo veģetācijas periodu sākumos jau aprīlī sāls uz ielām nav kaisīts (tikai mazliet uz tiltiem, kas ielu malu augsnes sāļuma aprēķinos netiek ņemts vērā).

Veģetācijas perioda beigās ir jau sākts kaisīt sāli trīs gados: 2013., 2017. un 2019. Arī tajās izkaisītais sāls (līdz 0,22 % visu sezonu sāls daudzuma), ar attiecīgajiem nokrišņiem iesūcoties augsnē, rada divos gados niecīgu (2,2-3,7%) augsnes sāļumu, un tikai vienā sasniedz 11,2 %, kas arī (kā turpinājumā pierādīsies) ir nenozīmīgi.

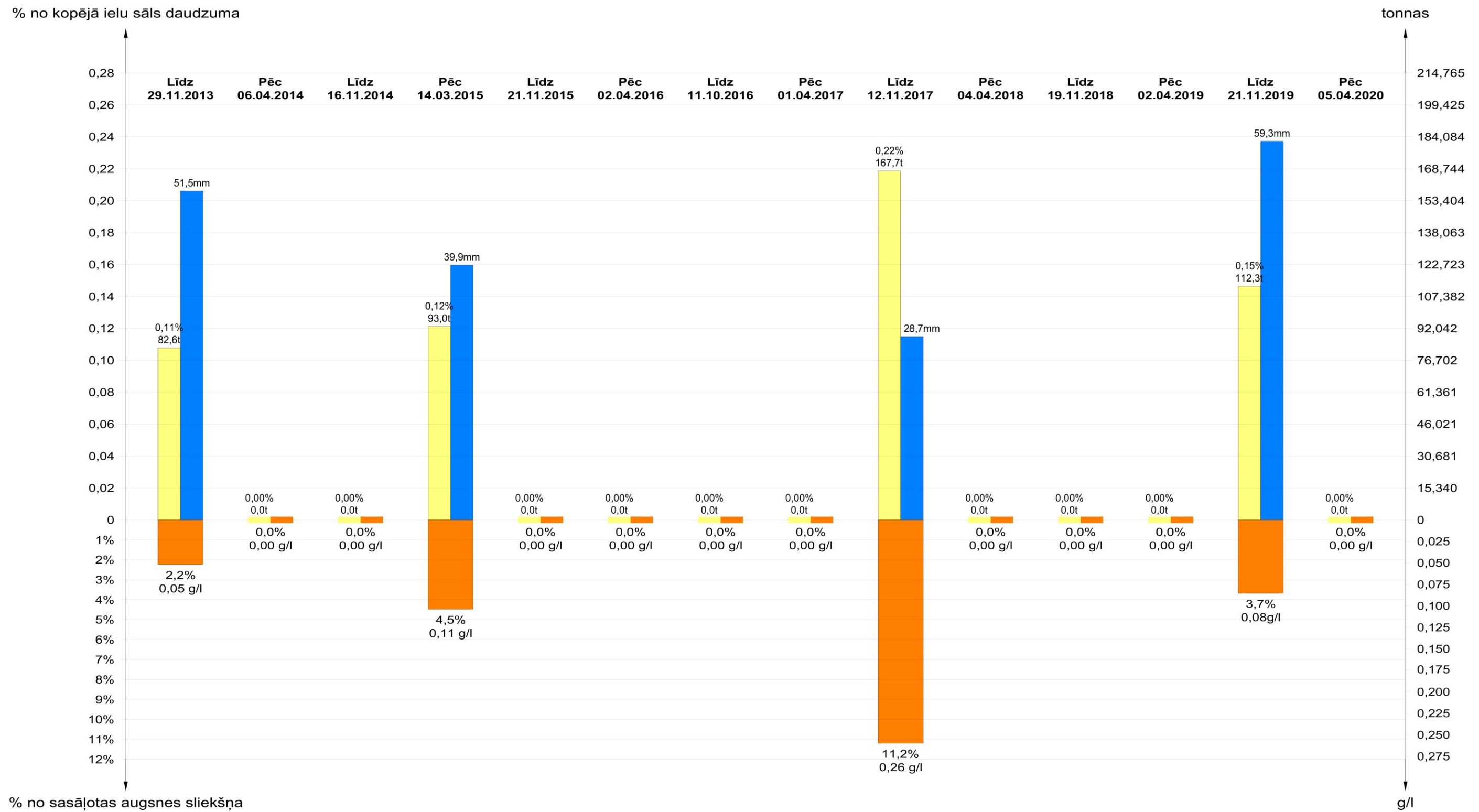
Uz šo aprēķinu pamata par tieši veģetācijas periodā izkaisītā sāls niecīgā daudzuma radīto augsnes sasāļotību ilgtermiņa modelēšanas vajadzībām ir izdarīts vienkāršots pieņēmums, ka sāli kaisa tikai starp veģetācijas periodiem un veģetācijas periodi ietilpst starp sāls kaisīšanas sezonām, savstarpēji nepārklājoties. Tāpat vienkāršoti šie atšķirīgie gada periodi sadalīti pa apaļiem mēnešiem, pieņemot, ka sāli kaisa četrus mēnešus (decembris-marts), kas šīs nodaļas vajadzībām saukti par ziemas mēnešiem (pārējos mēnešos izkaisītie niecīgie sāls daudzumi ieskaitīti tajos), savukārt veģetācijas periods ir pārējie astoņi mēneši (aprīlis-novembris). Un tālāk ir modelēts, kā šajos pamīšus sekojošajos laikposmos, no kuriem vienā sāls tikai uzkrājas, savukārt otrā tikai tas pats uzkrājies sāls atšķaidās, sasāļojas un atsāļojas augsne ielu malās. Konsultants ir izstrādājis tuvinātu metodiku, pēc kuras modelēta visas Rīgas mērogā pēdējos septiņos gados veģetācijas perioda sākumā un beigās vidējā sāls koncentrācija augsnē ar sāli kaisāmajām ielām piegulošajā joslā un vidējais grunts slāņa biezums, kuru piesātina infiltrējies nokrišņu ūdens infiltrācija ar izšķīdušo sāli tajā, balstoties uz šādiem zinātniskiem datiem un vienkāršojošiem pieņēmumiem:

- 1) ik gadu nokrišņu daudzums, kurš neiztvaiko, sastāda 34,85 % gada nokrišņu, kas ir vidēji statistiskā ilgtermiņa proporcija Latvijā⁶;
- 2) decembra-marta periodā nokrišņi neiztvaiko;
- 3) visi gadā iztvaikojošie nokrišņi iztvaiko aprīlī-novembrī, kas pēc vidēji statistiskās ilgtermiņa proporcijas Latvijā (skat. iepriekš 1. punktu) nozīmē 14,5 % neiztvaikojušu visu nokrišņu aprīļa-novembra periodā (tātad 85,5% iztvaiko, bet modelēšanai ir vajadzīgi neiztvaikojušie);

⁶ VSIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs" Klimata pārmaiņu scenāriji Latvijai, 2017,

http://petijumi.mk.gov.lv/sites/default/files/title_file/VARAM_peti_Kopsavilkums_Klimata_parmain_s_cenar_par_ietek_un_pielag_scenarij_izstrad_2010_2100_gadam_zinat_datu_noteiks_pielag_monit.pdf

16. grafiks. Sāls kaisīšanas pēc veģetācijas periodu sākuma un pirms to beigām radītais atsevišķais Rīgas ielu malu augsnes sasāļotības līmenis



Kopā 7 veģetācijas sezonās 455,6 t jeb 0,59% no kopējā sāls daudzuma ielās 7 pretslīdes apstrādes sezonās
 Kopā 179,4 mm nokrišņu sāls kaisīšanas ar veģetācijas periodu pārkļāšanās laikposmos

- 4) visi ziemas nokrišņi visu ziemu vienmērīgi infiltrējas augsnē platībā, kurā tie nokrituši, un tieši tāpat – visi aprīļa-novembra jeb veģetācijas perioda neiztvaikojušie nokrišņi;
- 5) visā zemē infiltrējušās nokrišņu ūdenī izšķīst un vienmērīgi izkliedējas vertikāli no nulles līdz infiltrācijas dziļumam viss gan aktuālajā sezonā izkaisītais, gan no iepriekšējām sezonām palikušais sāls daudzums;
- 6) infiltrējušies nokrišņu ūdeņi rada vidējo augsnes mitrumu 20 % pret gaissausas augsnes masu, kas ir tuvināts vidējais ilgtermiņa rādītājs dažādās augsnēs sezonas griezumā pēc pēdējiem pieejamajiem sistemātiskajiem ilgtermiņa augsnes mitruma mērījumiem (ko līdz 1991. gadam veica PSRS Valsts Hidrometeoroloģijas pārvalde, no 1991. gada – LR Ministru padomes Hidrometeoroloģijas pārvalde) Rīgai tuvākajā un klimatiski salīdzināmākajā Dobeles novērojumu stacijā 1979.-1998. gadā;
- 7) atbilstoši iepriekšējam pieņēmumam, no kā izriet infiltrējušās ūdens īpatsvars augsnes masā 1/6, infiltrācijas dziļums milimetros ir iegūts, nokrišņu daudzumu reizinot ar 6 (tāds būtu dziļums, ja augsnes blīvums būtu vienāds ar ūdens blīvumu) un dalot ar augsnes (ieskaitot ūdeni) vidējo blīvumu (skat. nākamo punktu), tātad rezultējoši nokrišņu daudzumu reizinot ar 3,75;
- 8) augsnes vidējais blīvums ir 1,6 kg/l³;
- 9) balstoties uz pētījumiem, ka “20–63 % no izlietotā sāls daudzuma ar gaisu tiek pārnesti un nogulsņējas 2–40 m attālumā no ceļa, bet vairāk nekā 90 % no piesārņojuma akumulējas tieši līdz 20 m”⁸ pieņemts, ka līdz 20 m attālumā paliekošie 90% ir no maksimālajiem 63% izkliedētā sāls līdz 40 m attālumam jeb 56,7% un tālāk noapaļots, ka puse visa izkaisītā sāls paliek un infiltrējas gar ielām platībā, kas vienāda ar ielu platību, jeb līdz pusei ielas platuma uz katru pusi, kas Rīgā ir vidēji ievērojami mazāk par 20 m;
- 10) sasāļotas augsnes sliekšnis ir NaCl koncentrācija gaissausā augsnē 40 mM/l⁹.

⁷ Zinātniski praktiskās konferences "Līdzsvarota lauksaimniecība", 20.-21.02.2014., Jelgava, LLU, materiāls "Minimālās un tradicionālās apstrādes ietekme uz augsnes tilpummasu aramkārtā", A.Bērziņš, A.Ruža, A.Sprincina, M. Grinvalds, E.Lankovskis, LLU Lauksaimniecības fakultāte, https://lufb.llu.lv/conference/lidzsvar_lauksaim/Latvia-Lidzsvarota-lauksaimnieciba-25-30.pdf

⁸ Rīgas centra ielu apstādījumu ekoloģiskais stāvoklis, G.Čekstere, 2009, http://www.silava.lv/userfiles/file/Latvijas%20Vegetacija/Lat_Veg_20_2009.pdf

⁹ Minerālās barošanās adaptīvie mehānismi un minerālelementu nodrošinājuma īpatnības jūras piekrastes augiem, Dr.biol.Andis Karlsons, 2011, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjijeq9osjqAhWxw4sKHZ_0AqwQFjABegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fdspace.lu.lv%2Fdspace%2Fbitstream%2Fhandle%2F7%2F4898%2F38331-Andis_Karlsons_2011.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw1Isrs4kJH-gaR2yo6w8DjC

Pieņēmumu reālistiskuma analīze atbilstoši uzskaitījuma punktiem

1. Gan nokrišņu daudzums, gan iztvaikojošo/neiztvaikojušo nokrišņu sadalījums katru gadu katrā vietā ir individuāls. Dati par nokrišņiem Rīgā vērtējamajā periodā 2013.-2020. ir pieejami, bet pēdējie sistemātiskie ilgtermiņa iztvaikošanas mērījumi ir pieejami tajā pašā periodā un vietā, kas norādīta 6. punktā (tā paša sen pārtrauktā monitoringa ietvaros). Ir iespējams veikt apjomīgu darbu, iegūstot konkrētos vidējos iztvaikošanas rādītājus Dobelē 15-34 gadus pirms izpētes perioda, un attiecināt tos uz Rīgu pēdējos septiņos gados. Modelēšanā izmantota cita pieeja, balstoties uz LVĢMC aktuālajiem (2017. gada, kas ietilpst izpētes periodā) datiem par vidējo iztvaikošanu visā Latvijā. Nav pamata uzskatīt, ka pagājušā gadsimta dati par Dobeļi būtu reprezentatīvāk attiecināmi uz Rīgu, nekā aktuālie dati par visu Latviju. Konsultants izmantotos datus uzskata par labākajiem no pieejamajiem.

2. Nokrišņi vairāk vai mazāk iztvaiko visos apstākļos, pat sasaluma periodā, bet tuvinātiem aprēķiniem pieņemt, ka ziemas periodā iztvaikošana nenotiek (t.i., tā ir nenozīmīga uz kopējā fona), ir korekti. Papildus jānorāda, ka ziemas periodā praktiski pilnībā zūd tāds komponents kopējā iztvaikošanā kā augu uzsūktā ūdens iztvaikošana caur lapām, par kura īpatsvaru pieejami dati Konsultantam nav zināmi, jo mazāk – konkrēti par Rīgu, bet veģetācijas periodā vietās ar ievērojamu augāju tas varētu būt vērā ņemams.

3. Kontekstā ar iepriekšējo pieņēmumu pieņēmums, ka visi gadā iztvaikojošie nokrišņi iztvaiko pārējā periodā, ir ne vien korekts, bet arī vienīgais iespējamais. Veģetācijas periodā nozīmi iegūst arī iepriekšējā punktā minētā bioloģiskā iztvaikošana, bet tam šajā pētījumā atsevišķas nozīmes nav, jo vērtēts tiek nevis tas, cik ūdens iztvaiko tādā vai citādā veidā, bet gan cik paliek neiztvaikojis, kas ņemts no 1.punktā minētajiem LVĢMC datiem, kuros neiztvaikojušajā nokrišņu daudzumā jau ir ņemts vērā viss iztvaikojušais ūdens neatkarīgi no veida, kādā tas iztvaiko.

4. Šis pieņēmums ir ļoti mehānistisks, maksimāli vienkāršojot daudz sarežģītāku dabas procesu.

4.1. Sāls-ūdens šķīduma pārvietošanās notiek arī horizontālā virzienā. Šajā gadījumā šī kustība var sāls koncentrāciju modelējamajā ielām piegulošajā zonā tikai samazināt, nevis palielināt, tātad izmantotais pieņēmums ir pēc maksimālās piesardzības principa, novedot pie augstākas sāls koncentrācijas, nekā tā patiesībā būs.

4.2. Infiltrācija nav vienmērīga, bet gan nemitīgi svārstīga atkarībā no sāls bēšanas un nebēšanas epizožu esamības un intensitātes sadalījuma laikā un tāpat arī nokrišņu mainīgās intensitātes ziemā un nokrišņu un iztvaikošanas mainīgās intensitātes veģetācijas periodā. Tomēr šīm svārstībām būtu būtiska nozīme, ja modelis mēģinātu parādīt sāls koncentrāciju pa mēnešiem sāls pielietošanas jeb ziemas periodā un tāpat pa mēnešiem veģetācijas periodā. Tā kā modelis ne ziemas, ne veģetācijas periodu nedetalizē, bet gan dod tikai kopējo sāls koncentrāciju pēc ziemas sezonas beigšanās jeb pirms veģetācijas sezonas sākšanās, kas ir izbērts viss sāls un nokrituši visi ziemas nokrišņi, un tāpat tikai kopējo sāls koncentrāciju veģetācijas perioda beigās, kad ir nokrituši visi tā nokrišņi, šis ir pietiekami korekts tuvinājums situācijā, kad reālu iespēju to vēl vairāk tuvināt realitātei nav.

4.3. Infiltrāciju ziemā ietekmē grunts sasaluma apstākļi sāls uzbēšanas brīdī un pēc tā: sasalušā gruntī infiltrācija praktiski nenotiek, sasaluma apstākļos uz grunts uzkrājies sasalušais ūdens ar tajā esošo sāli, iestājoties siltumam/atkusnim, izkūst

agrāk, nekā sasalusī grunts, un šādos apstākļos pirms infiltrācijas paspēj ievērojami izkliedēties horizontāli pa zemes virsmu. Bet, kā jau konstatēts iepriekš 4.1. apakšpunktā, horizontāla izkliede var sāls koncentrāciju tikai samazināt, nevis palielināt, tātad sasaluma ietekmes ignorēšana atbilst maksimālās piesardzības principam, novedot pie augstākas sāls koncentrācijas, nekā tā patiesībā būs.

4.4. Infiltrāciju kavē ūdens piesātinājuma pakāpe pirms nokrišņu ar tajos izšķīdušo sāli infiltrāciju tajā. Ja grunts ir jau piesātināta ar tīru ūdeni, sasālītais ūdens to pilnībā neaizstās, un būs nepareizi rēķināt augsnes sāļumu, pieņemot, ka viss tajā ietvertais ūdens ir tikai konkrētā perioda nokrišņu ūdens ar tajā izšķīdušo sāli. Tāpat arī otrādi: ja grunts veģetācijas perioda sākumā ir piesātināta ar sasālītu ūdeni, tīrais nokrišņu ūdens, iesūcoties zemē, to neaizstās. Bet no pirmā apsvēruma izrietošās iespējamās neprecizitātes modelī ir risinātas, vispirms modelējot visas septiņas sezonas no nulles (it kā sākumā sāls augsnē nebūtu) un pēc tam modelējot tās vēlreiz, izejot no jau iepriekšējā ciklā iegūtās paliekošās sāls koncentrācijas augsnē. Šāda pieeja varētu ievērojami tuvināt realitātei otrajā ciklā iegūtās sāls koncentrācijas. Savukārt veģetācijas periodā nav rēķināts, ka tīrais ūdens izspiež sāļo, bet gan tīrais ūdens pievienojas augsnē esošajam sāļajam un viss sāls daudzums veģetācijas sezonas sākumā (kurš tās gaitā vairs nepieaug) vienmērīgi šķīst pieaugošajā kopējā ūdens daudzumā. Šāda pieeja, balstoties uz izejas datiem, kādi ir un var būt pieejami, un nelietojot datus par procesa daudz lielāko sarežģītību, kādi nav pieejami pat vienai konkrētai vietai un principā nevar būt pieejami vidēji statistiski vienlaikus visai Rīgas teritorijai, ir tuvināti korekts, kā arī sezonas beigu augsnes sāļumu tās virskārtā pēc maksimālās piesardzības principa parāda lielāku nekā patiesībā, jo ticamāk, ka tīrais ūdens no augšas sezonas gaitā ieskalo sāli dziļāk zemē un pašu virskārtu vairāk izskalo, nevis viss sāls izšķīst vienmērīgi visā slānī no nulles līmeņa. Un to arī norāda G.Čekstere (2009): “*Na⁺ un Cl⁻ koncentrācijas samazināšanās jūnijā un jūlijā gandrīz visās paraugu ievākšanas vietās (..) saistāma ar to izskalošanos no augsnes virsējā slāņa*”, “*jūlijā tā bija samazinājusies, galvenokārt nokrišņiem izskalojot viegli šķīstošos sāļus no augsnes virsējā slāņa*”, kā arī vēl viens pētījums¹⁰ (skat. tā analīzi turpinājumā starp 3. un 4. attēlu).

4.5. Augsnes sāļuma modelī parādītais aktuālās sezonas sāls iesūkšanās dziļums tuvojas 1 m. Rīgā daudzviet šādā dziļumā jau ir gruntsūdeņi ar dažādiem horizontālās filtrācijas gradientiem un attiecīgi plūsmas ātrumiem un virzieniem, un šajās vietās reālā aina atšķiras no grafikā parādītās: gruntsūdeņi daudz straujāk atšķaida sāli, un augu saknes, kuras ietiecas gruntsūdeņos, atrodas vidē ar daudz mazāku sāļumu. Attiecībā uz šādām vietām ar augstu gruntsūdens līmeni modelis pēc maksimālās piesardzības principa uzrāda daudz lielāku sāļumu vidē attiecīgajā dziļumā nekā patiesībā.

4.6. Augsnes-grunts granulometriskais un mehāniskais sastāvs, kas ietekmē ūdens apmaiņas intensitāti gruntī, ūdens kapilārās pacelšanās augstumu, plēvīšu ūdens daudzumu gaissausā augsnē u.c.. Šie visi sarežģītie dabas procesi modelī ir neņemti vērā un būtu grūti iegūt kaut daļu šo likumsakarību speciālas modelēšanas vajadzībām pat konkrētā vietā un laikā, nerunājot nemaz par vidējo ainu Rīgas mērogā, tāpēc tos neizbēgami nākas neņemt vērā. Tomēr šāda tuvinājuma nelabvēlīgo ietekmi mazina tas, ka modelis nepretendē uz strauju un lokālu svārstību atainošanu konkrētās vietās, bet gan aprobežojas ar kumulatīviem rādītājiem veģetācijas perioda sākumā un

¹⁰ *Managing Soil Salinity*, Provin T., Pitt J.L., Texas A&M University, 2020, <https://cdn-ext.agnet.tamu.edu/wp-content/uploads/2018/10/E60-managing-soil-salinity.pdf>

noslēgumā, un jo vairāk daudzu sezonu ritumā, kura gaitā visas šīs fluktuācijas lielā mērā kompensējas un vidējā ilgtermiņa aina iegūstama orientējoši korekta.

5. Attiecināms 4.4. komentārs. Tas, ka viss sāls izšķīst un homogēni izkliedējis visā nokrišņu infiltrācijas dziļumā, ir tuvināts pieņēmums. Ticamāk, ka veģetācijas perioda sākumā uzreiz pēc sāls bēšanas sezonas sāls koncentrācija ir lielāka pašā virsmai tuvākajā slānī un mazāka tajā dziļumā, līdz kuram jau nonācis ziemas sākumā pirms sāls bēšanas infiltrēties ūdens, savukārt veģetācijas perioda beigās pati augsnes virskārta ir izskalota tīrāka un sāls koncentrācija ir lielāka dziļāk. Tomēr pie šādas modeļa detalizācijas, kas parāda tikai koncentrāciju veģetācijas perioda sākumā un beigās, šīs atšķirības, kas abās situācijās ir savstarpēji pretējas, varētu kompensēties, ar abiem veģetācijas perioda galiem tuvināti parādot patieso ainu caurmērā veģetācijas periodā.

6. Augsnes mitrums ir ļoti svārstīgs parametrs dažādās augsnēs, dažādās sezonās, dažādos dziļumos un katras sezonas dažādos brīžos. Ja modelēšanas vajadzībām jāpieņem kāds viens parametrs, kas vidēji raksturo visus šīs daudzās iespējamās situācijas, 20 % mitrums ir viens no ticamiem skaitļiem, jo īpaši vidēji veģetācijas sezonas griezumā, nepretendējot atainot katru konkrēto momentu, un minēto Dobeles novērojumu stacijas daudzgadu novērojumu rindā patiešām šis un tam tuvi skaitļi atkārtojas visbiežāk, turklāt jākonstatē, ka dziļuma izkliedē no 0 līdz 1 m mitruma atšķirības pārsvarā nav būtiskas. Aritmētisks vidējais skaitļa aprēķins no Dobeles stacijas novērojumu rindām nav veikts un nav lietderīgs, jo tās ir novērojumu rindas par citu vietu, citu periodu un lauksaimnieciskajām augsnēm, jebkurā gadījumā attiecināmas uz mūsdienu Rīgas ielu apstādījumu augsni tikai orientējoši, turklāt par tā laika Dobeles apkaimes augsnes raksturot vidēji statistiski ar kādu šim mērķim izraudzītu reprezentatīvu paraugkopu nepretendē. Lielais tīri vizuāli caurskatīto Dobeles augšņu mitruma skaitļu daudzums dod pamatu uzskatīt, ka reprezentatīvajā vairākumā gadījumu patiesie skaitļi neatšķiras no šā orientējoši pieņemtā vairāk par 5 % uz vienu vai otru pusi, bet šādas svārstības šā orientējošā modeļa principiālos secinājumus nemainītu.

7. Pieņēmums aritmētiski pareizi izriet no iepriekšējā un nākamā. Par dabas likumībām, kas realitātē ir daudz sarežģītākas par vienkāršu aritmētisku dalījumu, skat. 4. punktu ar apakšpunktiem un 5. punktu.

8. Situācijā, kad modelēšanas tuvinājuma vajadzībām nepieciešams vienāds augsnes blīvums visā slāņa dziļumā, pieņēmums vidēji statistiski uzskatāms par korektāko, kāds uz pieejamo datu pamata iespējams.

9. Pieņēmums izdarīts pēc dubulta maksimālās piesardzības principa, pieņemot, ka gan ielu malās izkliedētais sāls daudzums ir tuvu avotā norādītajam maksimālajai, nevis vidējai vērtībai, gan arī ielām piegulošās joslas platums ir būtiski mazāks par avotā norādīto vidējo vērtību, tātad vienlaikus divi pieņēmumi, kas iegūto sāls koncentrācijas ainu var tikai palielināt, nevis samazināt salīdzinājumā ar reālo.

10. Tas ir uz pētījumiem balstīts Dr. biol. A.Karlsona doktora promocijas darbā izmantotais sasāļotas augsnes kritērijs, kura noteikšanas metodiku Dr.A.Karlsons vēl papildus precizēja individuālā konsultācijā: NaCl daudzums tiek noteikts gaissausā

augsnē un koncentrācija milimolos attiecināta uz augsnes tilpumu, ūdens daudzums augsnē šo rādītāju neietekmē.

Šo metodiku izstrādāja pats Konsultants, tiešie autori – Dipl.biol., Vides zinātņu maģistrs Valdis Felsbergs un hidroģeologs, Dr.geol. Ivans Semjonovs. Metodikas izstrādē vērtīgus padomus un konstruktīvu kritiku sniedza Dr.biol. Andis Kalvāns. Metodikas izstrādes noslēguma posmā Konsultants piesaistīja Dr.geol. Jāni Lapinski, kurš visus tajā izmantotos pieņēmumus noslīpēja līdz galam un sagatavoja pievienošanai šim Pētījumam savu *“Atzinumu par SIA “Enviroprojekts” pielietoto metodiku pētījumā “Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā, balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes ilglaicīgās sāls koncentrācijas augsnē noteikšanai”* (skat. 5. pielikumā).

Iegūtā modelēšanas aina ir attēlota 17. grafikā. Sasāļotības dziļums ir parādīts tikai tas, ko veido aktuālajā pretslīdes apstrādes sezonā pirms konkrētā veģetācijas perioda izkaisītais sāls kopā ar iepriekšējo sezonu fonu. Arī zem šā dziļuma augsnes sasāļotība, protams, nav nulle, bet turpinās tikai iepriekšējo sezonu fona turpmāka infiltrācija ar atšķaidīšanos, un tuvināti šī koncentrācija zem katrā veģetācijas periodā attēlotā dziļuma ir 1,6-1,76 reizes mazāka par iepriekšējā veģetācijas perioda beigu koncentrāciju (katru gada proporcionāli iepriekšējā veģetācijas perioda beigu dziļumam pret tā un jaunā veģetācijas perioda sākuma dziļuma summu). Tās attēlošanu Konsultants ir uzskatījis par nelietderīgu grafika sarežģīšanu sakarā ar to, ka, *“kaut arī lielus un vecus kokus balsta dziļas saknes, koki barības vielas augšanai galvenokārt uzņem no zemes auglīgās virskārtas – 80 % sakņu atrodas ne vairāk kā 40 cm dziļumā”*¹¹, kas šajā grafikā ir vismazākais parādītais infiltrācijas dziļums – 2019. gada veģetācijas perioda sākumā pēc īpaši nokrišņiem nabagās 2018./19. gada ziemas, tāpēc būtība ir vienkārši un uzskatāmi parādīta ar šo grafiku, un vajadzības gadījumā koncentrācija dziļākā slānī ir nolasāma, kā norādīts iepriekšējā teikumā, un tā jau ir nemainīga līdz vairāk nekā metra dziļumam (mazākais šāds no divām koncentrācijām summētais dziļums – tajā pašā 2019. gada veģetācijas perioda sākumā: 1,06 m).

17. grafikā pēdējā veģetācijas perioda apzīmējums “2020/13” apzīmē imagināru 2020./13. gada veģetācijas periodu: tas ir 2013. gada veģetācijas periods (par izkaisīto sāli pirms kura Konsultantam nav datu), kas pievienots pēc 2019./20. gada sāls kaisīšanas sezonas, pēc kuras patiesībā seko 2020. gada veģetācijas periods, bet Pētījuma pabeigšanas laikā tas vēl nav pusē, tāpēc nav izmantojams, un tā vietā ilgtermiņa ciklu modelēšanas vajadzībām ir radīts šāds mākslīgs gads, savienojot Pētījumā izmantoto kopumā septiņu gadu beigas (2020.gada sāls kaisīšanas beigas) ar sākumu (2013.gada veģetācijas perioda sākumu).

17. grafika kreisā puse ir iekrāsota ar pelēku fonu. Tā ataino septiņus veģetācijas periodus, kuri modelēti no nulles, t.i., pirms grafikā attēlotā 2014. gada veģetācijas perioda grafikā neattēlotā 2013./14. gada preatpledojuma sāls kaisīšanas sezona ir sākta no nulles, bez no iepriekšējos gados mantotā sāls koncentrācijas fona,

¹¹ Dabas aizsardzības pārvalde aicina saudzēt dižkokus lauksaimniecības zemēs, 2017, <https://www.daba.gov.lv/public/lat/zinas/2581/>

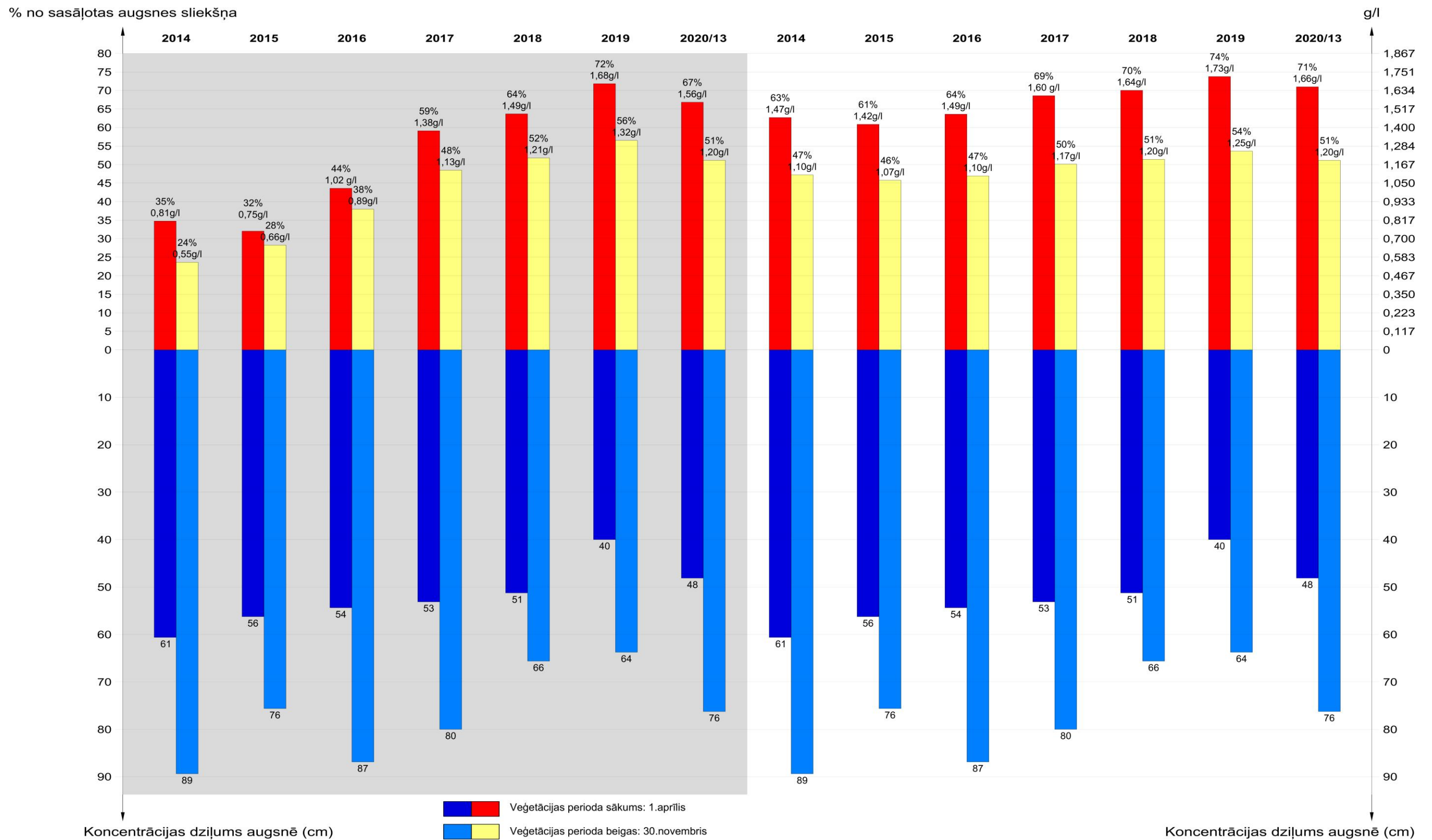
kas ir nezināms. Tā ir realitātei neatbilstoša situācija, kura tuvināti labota tā, ka pēc pilna šāda septiņu gadu cikla tas sāks no jauna (grafika labajā pusē bez fona) vairs ne no nulles, bet no pirmā cikla rezultātā mantotā augsnes sasāļotības līmeņa. Kā redzams atšķirībā no pirmā cikla, kurā augsnes sāļums pa gadiem ar izteiktu tendenci auga, otrajā ciklā tas svārstās ap ilglaicīgo līdzsvaru būtiski mazākā amplitūdā, nekā katru gadu patērētā sāls daudzums, kas būtībā pareizi ataino sāls uzkrājumu augsnē visai lēno izkļiedi. Savukārt pēdējā veģetācijas perioda beigu koncentrācija ir precīzi tāda pati, kāda tā bija pirmā cikla noslēgumā, kas arī pareizi ataino iestājušos līdzsvaru: ja turpmāk bezgalīgi atkārtotos precīzi šie paši gadi, tieši tāpat bezgalīgi atkārtotos otrajā ciklā iegūtā augsnes sasāļotības svārstības ap līdzsvaru starp sāls pievadīšanu un tā izkļiedēšanu līmeni.

Kā redzams, augsnes sasāļotības līmenis veģetācijas perioda sākumā svārstās starp trim piektdaļām un trim ceturtdaļām sasāļotas augsnes sliekšņa, bet beigās svārstās ap pusi no tā.

Pirms analizēt iegūtos sasāļotības rādītājus, vēl jāatkāpjas atpakaļ pie nodaļas sākumā veiktā vienkāršojuma, neņemot vērā tieši veģetācijas sezonās izkaisītos sāls daudzumus (skat. 16. grafiku). Tātad, lielākais atsevišķi tieši šā sāls radītais augsnes sasāļotības līmenis ir 2017. gada novembrī: 11,2%. Pieskaitot to 17. grafikā iegūtajam augsnes sāļuma līmenim 2017. gada veģetācijas sezonas beigās, iegūst 61,2%. Tas nozīmē, ka pirms veģetācijas perioda beigām jau līdz apmēram 50% nokrities augsnes sāļums pēdējās pāris nedēļas pirms augu ziemas guļas, kad augu dzīvības un ūdens uzsūkšanas procesi ir jau mazintensīvi un kokiem lapas krīt, augšējā augsnes slānī (šajā gadījumā – līdz 11 cm dziļumam) nosvārstās atpakaļ uz augšu līdz 61,2%. Tas pilnīgi neko neizmaina turpmākajos secinājumos.

Potenciāli nelabvēlīgāka ietekme varētu būt sāļuma palielinājumam pašā veģetācijas perioda sākumā, kad augi mostas un īpaši intensīvi sāk uzsūkt ūdeni. Šāda situācija bijusi tikai vienā gadā (2015.) ar netipiski agru veģetācijas perioda sākumu – 14. martā, bet šajā situācijā tieši veģetācijas sezonā izkaisītā sāls atsevišķi radītā sasāļotība ir tikai 4,5%, kas summā ar līdz veģetācijas sezonai izkaisītā sāls radīto sāļumu nepārsniedz 65%, kā izplatības dziļums ir līdz 15 cm (veģetācijas perioda beigas paliktu modelī parādītajā stāvoklī). Arī tas pilnīgi neko neizmaina turpmākajos secinājumos: šie nelieli modeļa vienkāršojumi, neņemot vērā tieši atsevišķu veģetāciju sezonu sākumus un beigās izkaisītos niecīgos sāls daudzumus, ir nenozīmīgi.

17. grafiks. Rīgas ielu malu augsnes sasāļotības dinamika (koncentrācija un tās vertikālās izplatības dziļums) veģetācijas periodos



Kā jau iepriekš minēts, sasāļotas augsnes sliekšnis ir NaCl koncentrācija gaisausā augsnē 40 mM/l. Tas ir nosacīts pieņēmums, rupji sadalot augsnes divās grupās: nesasāļotas augsnes un sasāļotas augsnes. Nesasāļotas augsnes (līdz 40 mM/l) ir augšanai piemērotas pret paaugstinātu sāļainību jutīgiem augiem jeb glikofītiem, pie kuriem pieder lielākā daļa augu. Sasāļotās augsnēs pilnvērtīgi attīstītās tādi augi, kas viegli panes augstu sāls koncentrāciju, un to vidū vēl izdala „īstos” jeb “obligātos halofītus”, kuri uzrāda stimulētu augšanu un biomasas palielināšanos vidējas sāļainības apstākļos, un te jāpievērš uzmanība, kas ir šie “*vidējas sāļainības apstākļi*”: 100 līdz 200 mM/l NaCl¹², t.i., 2,5-5 reizes lielāka sāļainība par sasāļotas augsnes sliekšni jeb 3,4–10,9 reizes lielāka sāļainība par modeļa uzrādīto augsnes sāļainību gar Rīgas ielu malām veģetācijas sezonās. No tā secināms, ka augsnes sasāļotības sliekšnis 40 mM/l ir noteikts ar lielu rezervi, nevis kā sākums halofītiem optimālam sāļumam, un faktiski tas ir tāds starpstāvoklis, kas nav optimāls ne halofītiem, ne glikofītiem, turklāt šis augu sadalījums divās grupās ir tikpat rupjš, kā augsnes sāļuma sadalījums divās grupās: faktiski katram augam ir savas atšķirīgas prasības un nepatika pret sāļumu. Iegūtais Rīgas ielu malu augsnes sāļums 46-74% robežās ir tāds, kurā pārsvarā glikofīti var normāli attīstīties un dzīvot, kaut arī tas nav optimāls, labāks būtu mazāks sāļums, un jutīgākajiem augiem varētu parādīties arī attīstības traucējumi. Šā iemesla dēļ Rīgas ielu apstādījumu veidošanā tiek ņemta vērā koku jutība pret sāli, “*par labāko un pret stresa faktoriem noturīgāko sugu Rīgas ielu apstādījumiem A.Zvirgzds un A.Rupais atzinuši Holandes liepu (Tilis x vulgaris) (Zvirgzds, 1986; Rupais, 1989)*”, kā konstatēts Dr.biol. Guntas Čeksteres pētījumā “*Rīgas centra ielu apstādījumu ekoloģiskais stāvoklis*” (2009). Šajā pētījumā ir arī vērtēti esoši Holandes liepu lapu bojājumi konkrētās paraugvietās, kurās izmērītas arī sāls koncentrācijas augsnē (2005.g.), un tās parādītas 3. attēlā, papildinot oriģinālā avota attēla paskaidrojumus ar katrā objektā atainoto trīs augsnes paraugu sasāļotības līmeni procentos no sasāļotas augsnes sliekšņa (pieņemot, ka visu nātrija koncentrāciju veido pretslīdes sāls).

Kā redzams, paraugi apstiprina šā Pētījuma modelēšanas ainā redzamo tendenci, ka sāls koncentrācija ir vislielākā veģetācijas perioda sākumā un pēc tam samazinās. Bet šis samazinājums ir straujāks nekā modelī, kas lieku reizi apstiprina modelī lietotos maksimālās piesardzības principus: modelī ir pieņemts, ka sāls koncentrācija augsnē no nulles līmeņa visā slāņa biezumā, kurā to izšķīdina nokrišņi, ir nemainīga, kaut gan patiesībā tīru nokrišņu ietekmē no augšas sāls izskalošana tomēr notiek straujāk un veģetācijas perioda nokrišņu ietekmē augstākie augsnes slāņi izskalojas tīrāki, sāls koncentrācijas maksimumam pārvietojoties dziļāk zemē, nevis sālim visā slānī izkļiedējoties vienmērīgi.

¹² Minerālās barošanās adaptīvie mehānismi un minerālelementu nodrošinājuma īpatnības jūras piekrastes augiem, Dr.biol.Andis Karlsons, 2011, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjijeq9osjqAhWxw4sKHZ_0AqwQFjABegQIAhAB&url=https%3A%2F%2FdSPACE.lu.lv%2FdSPACE%2Fbitstream%2Fhandle%2F7%2F4898%2F38331-Andis_Karlsons_2011.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usq=AOvVaw1Isrs4kJH-gaR2yo6w8DjC

3. attēls. Na vidējā koncentrācija (mg·kg⁻¹) augsnē Rīgas centra paraugobjektos 2005. gada pavasarī un vasarā (vidējā koncentrācija no 3-5 paraugiem ±SE).

Objekts (sasāļotības līmenis % no sasāļotas augsnes sliekšņa trīs paraugos):

1 - Viestura dārzs (tuvu nullei, kontrole);

2 – Hanzas 1 (163, 125, 75);

3 – Hanzas 2 (50, 50, 13);

4 - Elizabetes (125, 75, 13);

5 - Kr.Valdemāra (63, 25, 25);

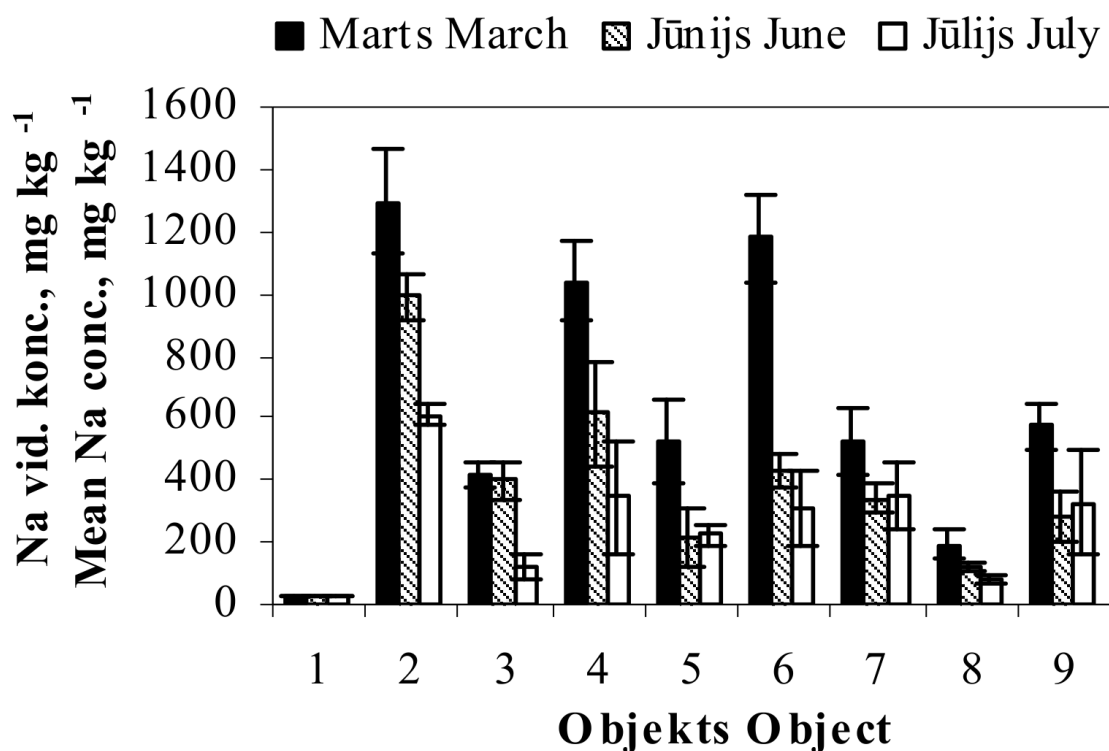
6 – Stabu 1 (151, 50, 38);

7 – Stabu 2 (25, 13, 6);

8 – Basteja 1 (63, 50, 50);

9 - Basteja 2 (75, 38, 38).

(“Objekti” nav adreses norādītajās ielās, bet pētījumā lietotie paraugvietu numuri tajās.)



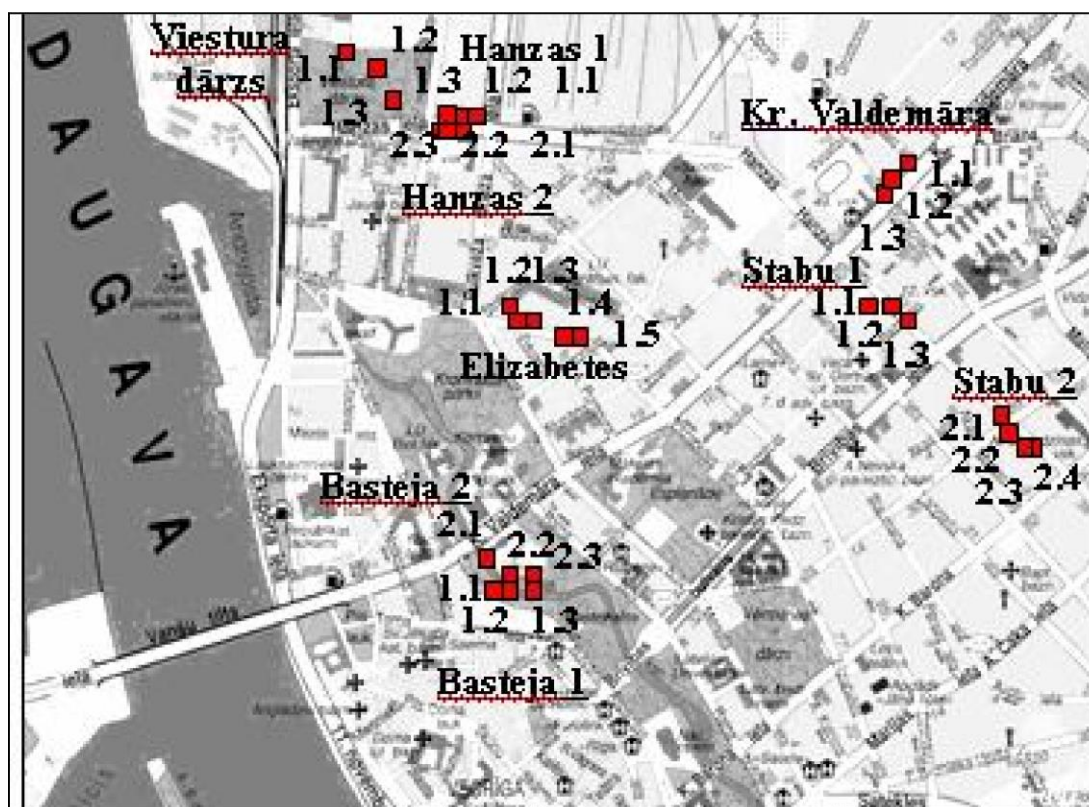
To pašu apstiprina arī Teksasas A&M universitātes pētījums “Augsnes sāļuma pārvaldība”: lai pat stipri sasāļotu augsni (kāda tā Rīgas sālāmo ielu malās vidēji nav, kaut vietām lokāli var būt) izskalotu tīru, ir nepieciešamas 48 collas ūdens¹³ jeb ~1220 mm, kas nozīmē, ka Rīgā, pārtraucot sāls kaisīšanu, augsnes virskārta izskalotos pilnīgi tīra 5 gados, visam sālim ieskalojoties dziļākos slāņos (un tālāk izšķīstot gruntsūdeņos). Savukārt šajā Pētījumā lietotais modelis, kas sāli no augsnes virskārta

¹³ *Managing Soil Salinity*, Provin T., Pitt J.L., Texas A&M University, 2020, <https://cdn-ext.agnet.tamu.edu/wp-content/uploads/2018/10/E60-managing-soil-salinity.pdf>

nevis visu ieskalo dziļāk zemē, bet gan vienmērīgi izkliedē augsnes slānī, proporcionāli atšķaidot koncentrāciju, pēc pieciem gadiem samazinātu 17. grafika beigu koncentrāciju 51 % tikai līdz 38 %, kas vēl lieku reizi apliecina tā rezultātu lielo drošības rezervi salīdzinājumā ar faktisko augsnes vidējo sāļumu.

Arī konkrētajos G.Čeksteres pētījuma paraugos konstatētās koncentrāciju vērtības labi saskan ar modelēšanā iegūtajām vidējām vērtībām vienmērīgi visas Rīgas mērogā. Te jāņem vērā, ka Dr.Čeksteres pētījuma mērķis nebija vidējo koncentrāciju atrašana, bet gan faktiski pilnīgi pretējs: jau sākotnēji izraudzīties apstādījumu kokus ar vizuāli novērojamiem nekrotiskiem lapu bojājumiem, kuri visi likumsakarīgi atrodas Rīgas centrā pie īpaši intensīvi noslogotām un nozīmīgām ielām ar sabiedrisko transportu (skat. 4. attēlu), kurās, bez šaubām, pretslīdes apstrāde tiek veikta daudz intensīvāk par vidēji aritmētisko (par ko diemžēl datu nav).

4. attēls. Dr.G.Čeksteres pētītās (2009) paraugvietas Rīgas centrā.



Citāts (Čekstere, 2009): “Augsnes paraugi iegūti brauktuves pusē no katra koka apdabes trīs vietās, izmantojot augsnes zondi (..). Paraugu ievākti 0-35 cm dziļumā, atbilstoši sakņu aktīvās augšanas zonai.” Cita starpā, šeit apstiprinās arī 76.lpp. sniegtais pamatojums, ka “koki barības vielas augšanai galvenokārt uzņem ne vairāk kā 40 cm dziļumā”, bet citāta pamatfokuss ir, ka augsnes paraugi no īpaši piesārņotām ielām piedevām vēl ņemti koku stumbra brauktuves pusē, kur sāļās šļakatas atsitas pret stumbru un uzkrājas, radot maksimālās koncentrācijas: tā paša stumbra pretējā pusē uzrādītos mazākas koncentrācijas.

Par spīti īpaši piesārņotu paraugvietu mērķtiecīgai meklēšanai no astoņām paraugvietām trijās sāls koncentrācija veģetācijas sezonas sākumā tikai 2-2,5 reizes pārsniedz modelēšanā iegūtās vērtības, trijās – tuvu atbilst tām, un divās ir būtiski

mazāka. Veģetācijas perioda vidū tikai vispiesārņotākajā paraugvietā koncentrācija paliek apmēram modelēšanā iegūtās veģetācijas perioda sākuma koncentrācijas līmenī, vēl vienā vietā – apmēram modelēšanā iegūtās veģetācijas perioda beigu koncentrācijas līmenī, bet visās pārējās vietās jau perioda vidū nokrītas zem (pusotru līdz astoņas reizes) modelēšanā iegūtās veģetācijas perioda beigu koncentrācijas.

Savukārt šā Pētījuma modelis tiecas atainot vidējo statistisko situāciju Rīgas mērogā un nepretendē parādīt lokālās atšķirības atsevišķās vietās, kurās, bez šaubām, koncentrācijas var vairākkārt atšķirties no vidējām vērtībām, noteikti daudz vairāk, nekā iepriekšējā rindkopā iegūtās attiecības, kas vēl lieku reizi apliecina, ka modeļi pielietotie maksimālās piesardzības principi ne vien sāluma krišanas augsnes augšējā, augiem svarīgākajā slānī veģetācijas perioda gaitā parāda daudz lēnāku, nekā patiesībā, bet jau veģetācijas perioda sākuma vidējās koncentrācijas parāda daudz augstākas, nekā patiesībā, ko ilustrē šāds vienkāršs aprēķins. 17. grafikā parādīto veģetācijas periodu sākumu koncentrāciju vidējā vērtība ir 67%. Dr.Čeksteres (2009) pētījuma paraugvietās konstatētā veģetācijas periodu sākumu sāluma vidējā vērtība ir 89%. Šāds neliels sāluma pārkāpums (tikai par vienu trešdaļu) speciāli mērķtiecīgi piemeklētās īpaši sasālītās vietās pašā Rīgas centrā pār modelēšanā iegūto sāluma līmeni vidēji visu dažādā intensitātē sālāmo ielu malās 6 km² kopplatībā noteikti apliecina, ka šis uzmodelētais vidējais sāluma līmenis ir daudz augstāks par patieso.

Bet vienlaikus šis salīdzinājums ar reāliem augsnes sāluma mērījumiem dabā apliecina, ka objektīvi neizbēgami ļoti tuvinātais modelis salīdzinājumā ar daudz sarežģītāko dabas faktoru kompleksu, kas nosaka sāls šķīšanu un infiltrāciju augsnē, ļoti atzīstamā līmenī korelē ar īstenību, visas neizbēgamās atkāpes no tās pēc maksimālās piesardzības principa nolīdzinot vienā virzienā – uz lielāka, nekā patiesībā, vides piesārņojuma uzrādīšanu.

Skatot kopsakarībā šā Pētījuma modelēšanas rezultātā iegūto visas Rīgas ielu malu vidējo sasālītības līmeni ar Dr.Čeksteres (2009) pētījuma rezultātiem par sāls izraisītiem Rīgas centra ielu apstādījumu bojājumiem, jāsecina, ka vidēji aritmētiski visas Rīgas mērogā radīta sāls kaitējuma zaļajai zonai problēma nepastāv un nav sagaidāma, bet tas neatceļ vēlamību (bez akūtas prioritāras nepieciešamības) turpināt lokālus pētījumus identificētās problēmvietās ar konstatējamiem koku bojājumiem, lai cīnītos arī pret šādu kaitējumu, kaut lokālu, toties raksturīgāku tieši blīvāk apdzīvotajai un viesu apmeklētajai Rīgas vēsturiskajai daļai – pilsētas vizītkartei. Pirmais priekšnoteikums skaidru cēloņsakarību atrašanai šādos pētījumos starp pielietoto sāls daudzumu un tā radītajām lokālajām sekām ir sāls pielietojuma uzskaites turpmāka detalizācija, uzskaitot ne tikai kopējās nokaisītās platības, kā līdz šim, bez identifikācijas, konkrēti kurās ielās cik ir izkaisīts, vienu vai vairākas reizes tajā pašā dienā, bet gan ieviešot arī šo detalizāciju, kas parādīs ne tikai kopējo dienā izlietoto sāls daudzumu, bet arī tā sadalījumu dažādās vietās. Prognozējams, ka šādas uzskaites rezultātā atklāsies, ka dažādās konkrētās vietās, pārsvarā tieši Rīgas centrā un gar citām īpaši svarīgām ielām, sāls piesārņojums ir būtiski lielāks par vidēji aritmētisko, un tieši šajās vietās arī būs konstatējami sāls izraisītie apstādījumu bojājumi. Pēc šādas sasaistes starp lokāli koncentrēto sāli un tā nevēlamajām sekām, būs iespējams identificēt praktiski īstenojamus pasākumus pārmērīga sāls daudzuma nekoncentrēšanai konkrētās vietās bez revolucionāras pretslīdes apstrādes prakses laušanas visas Rīgas mērogā, kurā tās ietekme uz vidi ir visnotaļ pieņemami mērena un problēmvieta īpatsvars visas Rīgas ar sāli kaisāmajām ielām piegulošās zaļās zonas mērogā ir ļoti mazs (un vēl jo mazāks – visas Rīgas mērogā).

5.7. Ilgtermiņa kumulatīvā pretslīdes apstrādes ar sāli radītā ūdens un augsnes sāļuma līmeņa iespējamās ietekmes uz Rīgas dabisko vidi

Iepriekšējā nodaļā ir izvērtēts ilgtermiņa kumulatīvais pretslīdes apstrādes ar sāli radītais augsnes sāļuma līmenis vidēji visu ar sāli apstrādājamo ielu malās kopumā 6 km² platībā. Tā ir tā platība, kurā aug speciāli gar ielām veidotie apstādījumi cilvēku estētiskajām un citām kvalitatīvās vides vajadzībām. Tos tikai nosacīti var uzskatīt par dabisko vidi, jo, no vienas puses, augi ir dabiski dzīvi organismi, un arī cilvēka vajadzībām šie dabiskie organismi mākslīgo pilsētvidi dažādos aspektos padara tuvāku dabiskai, no otras puses, tie ir mākslīgi stādīti un kopti, to pamatfunkcija ir tieši kalpot cilvēku labklājībai, un nozīme pasaules bioloģiskajā daudzveidībā, īpaši aizsargājamu sugu saglabāšanā un citos svarīgos dabas aizsardzības aspektos tiem ir vērā neņemama.

Savukārt visā lielajā Rīgas 304,05 km² platībā ir daudz arī cilvēka speciāli neveidotas ievērojami dabiskas vides, kurā ietilpst arī mežu masīvi, pļavas, purvi u.c. biotopi, kā arī virszemes ūdens objektu akvatoriju platības gandrīz 16 % pilsētas kopplatībā (~48 km²), no kuriem lielākie un svarīgākie ir Daugava, Ķīsezers, Juglas ezers.

Tam, cik lielā mērā pielietotais pretapledošanas sāls varētu ietekmēt Rīgas dabisko vidi kopumā, speciāla modelēšana nav veļtīta, bet gan tas tikai vienkārši aprēķināts, vajadzīgajā apmērā atsaucoties arī uz iepriekšējā nodaļā jau izklāstītajiem pieņēmumiem.

Septiņu šā Pētījuma aprēķinos izmantoto gadu laikā (16.04.2013.-15.04.2020.) Rīgā ir izkaisīts 84 381 320 000 gramu sāls un nolijis 4172,1 mm nokrišņu, kas kopumā Rīgas teritorijā sastāda 1 268 527 005 000 litru ūdens. Izdalot šos skaitļus, iegūstama vidējā koncentrācija nokrišņu ūdenī 0,067 g/l jeb 0,0067 % (> simtkārt mazāka, nekā jūras peldūdenī Liepājā), kas, vienmērīgi izkliedēts un infiltējies visā Rīgas teritorijā, dotu vidējo augsnes slāņa sasāļotību 0,018 g/l jeb 0,77% no sasāļotas augsnes sliekšņa, kas ir pilnīgi nenozīmīgs lielums un būtībā atbilst iespējamam dabiskajam sasāļotības fonam, jo īpaši piejūras teritorijās. Līdz ar to iepriekšējā nodaļā modelēšanas ceļā ir iegūts sāļainības vērtējums nosacīti dabiskajā Rīgas vidē, kura ir visvairāk pakļauta ielu sāļīšanas ietekmei, un šajā nodaļā ar vienkāršu aprēķinu ir iegūts maksimāli izkliedētas sāļainības vērtējums visas Rīgas vidē. Pat maksimālā sāļainība ielu malās nerada situāciju, kurā augu labklājība būtu būtiski apdraudēta (pat atsevišķās lokālās visasākajās problēmviētās tie dzīvo, kaut arī ar veselības traucējumiem), savukārt izkliede visas Rīgas mērogā noved pie vērtībām, kas sasniedz dabisko vidi ārpus tieši blīvi apdzīvotās pilsētvides ar transporta infrastruktūru, kuras ir absolūti nenozīmīgas. Tas attiecas arī uz ūdens objektiem, kuri ietilpst Rīgas kopējā platībā, ir ņemti vērā sāls koncentrācijas izkliešanas aprēķinā pa visu šo platību, un iegūtais rezultāts līdzinās situācijai, ka tajos nokrišņu veidā lītu nevis tīrs ūdens, bet gan par Liepājas jūras peldūdeni (nevis sāļūdeni, bet t.s. "iesāļūdeni") simtkārt mazāk sāļš ūdens, kā ietekme būtu neizmērāmi maza. Patiesībā pat šis aprēķins ir daudzkārt pārspīlēts, jo viss sāls atbilstoši iepriekšējā nodaļā modelēšanā lietotajiem tuvinājumiem paliek ap katru ielu vēl viena šīs ielas platuma joslā ap to, patiesībā tas, protams, strauji krītošās koncentrācijas izkliešanas arī daudz lielākā platumā, bet tā nokļuve līdz simtiem metru tāliem ūdensobjektiem notiek vēl nesalīdzināmi niecīgākā

apjomā, nekā ja visu uz ielām izkaisīto sāli vienmērīgi izbērtu pār visu Rīgas teritoriju.

Vienīgais ūdens objekts, kuru būtu korekti aplūkot sīkāk, ir Daugava, pār kuru ir četri lieli tilti – izšķiroši nozīmīgas Rīgas satiksmes artērijas, kuru uzturēšanai tiek pievērsta īpaša uzmanība un sāls tiek kaisīts īpaši bagātīgi. Šajā sakarā ir veikts aprēķins par uz tiltiem izkaisītā sāls radīto koncentrāciju Daugavas ūdenī – atkal pēc daudzkārtējiem maksimālās piesardzības principiem.

Daugavas vidējais caurplūdums ir $264 \text{ m}^3/\text{s}$ ¹⁴. Septiņās sāls kaisīšanās sezonās kopumā bijusi 1181 diena jeb 102 038 400 sekunžu. Ar vidējo caurteces intensitāti šajā laikā Daugava aiznes 26 938 137 600 000 litru ūdens.

Uz visiem Rīgas tiltiem un estakādēm kopumā šajās sezonās izkaisīts 7 697 727 414 gramu sāls (uz aplūkojamajiem četriem Daugavas tiltiem no tā – tikai daļa šā skaitļa, daudz mazāka par visu uz visiem Rīgas tiltiem un estakādēm izkaisīto daudzumu). Tomēr pēc maksimālās piesardzības principa izdalot visus šos gramus ar šiem litriem, sāls vidējā koncentrācija Daugavā pretslīdes apstrādes sezonā iznāk 0,0003 g/l jeb 0,06 % Rīgas jūras līča ūdens sāļuma Jūrmalas piekrastē. Visa šī niecīgā, kaut piedevām vēl ievērojami pārspīlētā koncentrācija sāk veidoties tikai no Dienvidu tilta, secīgi pieaugot līdz maksimumam pēc Salu, Akmens un Vanšu tilta, bet tā ir pilnīgi nenozīmīga. Nenožīmīgu skaitli iegūst pat tad, ja nereālistiski pārspīlēti pieņem, ka pilnīgi viss Rīgas ielās izkaisītais sāls ar lietus kanalizāciju nonāktu Daugavā: tā daudzums ir 11 reižu lielāks par uz tiltiem izkaisīto, un iegūtā koncentrācija būtu 0,7% Rīgas jūras līča ūdens sāļuma Jūrmalas piekrastē. Papildus šo skaitļu niecīgumam vēl jāņem vērā nākamajā rindkopā norādītie apstākļi, kas šo nenozīmīgo ietekmi samazina vēl vairāk.

RTU 2012 konstatēts: *“Pēc kaisīšanas, sāls šķīdumi notek no brauktuvē un nonāk kanalizācijas kolektoros. Saplūstot ar citiem virsmas ūdeņiem tie nonāk Daugavā. Notekūdeņu attīrīšana no hlorīdiem nav paredzēta, jo to pieņemamais saturs tiek nodrošināts ūdens masu saplūšanas rezultātā. Ielu drenāžā nonākušā sāls ietekme uz pilsētas saldūdens ūdenstilpēm ir nenozīmīga, jo ūdeņu izplūde Daugavā veicama Rīgas līča tiešās hidroloģiskās ietekmes posmā. Šeit ir dabiskas sezonālas hlorīdu koncentrācijas svārstības, proti, faunas un floras elementiem ir tradicionāli augsts tolerances līmenis pret sāli. Daugavas ūdeņi Rīgas robežās uzskatāmi par mēreni piesārņotiem, to kvalitāti būtiski ietekmē piesārņojums, kas veidojas Daugavas sateces baseinā (ostas termināli un ražošanas uzņēmumi). Paaugstināts sāls un citu hlorīdu daudzums Rīgas ūdenstilpēs nav novērots.”*

Šim secinājumam kopš 2012. gada nav pamata mainīties, jo īpaši sakarā ar to, ka tolaik nepietiekamu izejas dēļ tas tika izdarīts situācijā, kad pastāvēja uzskats, ka pretslīdes sāls pielietojuma intensitāte vismaz augsni pašās ielu malās būtiski sasāļo, kamēr aktuālais Pētījums pierāda, ka pat tur vidējais sāls piesārņojuma līmenis netuvojas sasāļotas augsnes sliekšnim.

¹⁴ Daugavas upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plāns 2016-2021. gadam, <https://www.meteo.lv/lapas/vide/udens/udens-apsaimniekosana-/upju-baseinu-apgabalu-apsaimniekosanas-plani-/upju-baseinu-apgabalu-apsaimniekosanas-plani-un-pludu-riska-parvaldiba?&id=1107&nid=424>, 2.3. pielikums

5.8. Ilgtermiņa kumulatīvā pretslīdes apstrādes ar sāli radītie satiksmes būvju korozijas riski

Sāls ir viens no reaģentiem, kuram līdztekus daudzām pozitīvām īpašībām, kas to kopumā padara par pasaulē pielietotāko pretapledošanas reaģentu, piemīt tāds nelabvēlīgs blakusefekts kā betona un tērauda koroziju veicinošas īpašības (skat. 3.8. nodaļu un 3. tabulu tajā).

Šajā Pētījumā ir iegūtas reālās sāls šķīduma koncentrācijas, kuru iedarbībai tiek pakļautas Rīgas transporta būves.

Pirmkārt, jānorāda, ka, atšķirībā no augiem, kuri visu veģetācijas sezonu tiek pakļauti ziemā akumulētā sāls klātbūtnei augsnē, kura pakāpeniski krītas veģetācijas perioda ritumā, transporta būvju virsma, ja tā ir kvalitatīva (bez porām) šīm koncentrācijām tiek pakļauta tikai aktīvās sāls kaisīšanas periodā ziemā, un arī tajā ne tuvu ne visu laiku, bet gan neregulāros laika intervālos pēc sāls kaisīšanas līdz sāls noskalošanai no virsmas ar nokrišņiem (ilgstoša sāls iedarbība paliek tikai gadījumos, kad tam tomēr izdodas iekļūt betona plaisās u.c. dobumos, kuros tas var uzkrāties un ilgstoši netikt izskalots ar nokrišņiem). Šajā sakarā RTU 2012 gan nav uzsvērts (skat. 3.8. nodaļu), ka koroziju kā vairumu ķīmisko reakciju veicina augstāka temperatūra, bet tas ir fakts, un gada periods, kurā satiksmes būves ir potenciāli pakļautas korozijai, ir tieši aukstākais, kurā korozijas procesi notiek vislēnāk.

Otrkārt, jāpievēršas konkrētajām koncentrācijām. Kā redzams 11. grafikā, sezonu griezumā vidējā sāls koncentrācija uz tiltiem, ko veido uz tiem izkaisītais sāls, izšķīstot uz tiem izkritušajos nokrišņos, svārstās no 3,4 līdz 22,2 g/l jeb attiecīgi 3,4-2,22 % (vidēji – 10,6 g/l jeb 1,06 %). No tā izriet, ka sāls pielietojums ir mērens, vidēji sasniedz piekto daļu tās sāls šķīduma koncentrācijas, pie kuras novērojama tā augstākā korozīvā iedarbība, un arī maksimālajā sezonā nerasniedz pusi no tās.

Tas nozīmē, ka Rīgas satiksmes būvju pakļautība sāls veicinātai korozijai ir mērena un acīmredzot atbilstoša šim riskam citās pasaules valstu pilsētās, tomēr šī nelabvēlīgā iedarbība noteikti pastāv, šajā Pētījumā konstatētās koncentrācijas neatceļ problēmas kā tādas lielākā vai mazākā mērā esamību, līdz ar to paliek aktuāls RTU 2012 norādījums, kas līdz šim nav vēl īstenots: *“Lai vājinātu reaģentu korozīvu iedarbību uz tēraudu, tiem pievieno korozijas palēninātājus (inhibitorus). Šis efekts piemīt fosfātu vai hromātu grupu ķīmikālijām un organiskām eļļām. Fosfāti ir lētāki un pieejamāki, jo tie lielos daudzumos tiek piegādāti lauksaimniecības vajadzībām. Aizsardzības efekts balstās uz dzelzs fosfāta fāzes plēves izveidošanos uz tērauda virsmas, mainot korozijas raksturu: čūlu korozija pāriet lēnākā vienmērīgajā korozijā. Konkrēti inhibitoru varianti ir: nātrija fosfāti ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$); parastais ($\text{Ca}[\text{H}_2\text{PO}_4]_2$) un dubultais superfosfāti ($\text{Ca}[\text{H}_2\text{PO}_4]_2 + \text{P}_2\text{O}_5$). Inhibitoru pievienošana sāls ražošanas procesā varētu panākt minimālu kaisāmā materiāla sadārdzinājumu, tāpēc jānoskaidro vai sāls ražotāji būtu spējīgi to nodrošināt vajadzības gadījumā.”*

Te jāprecizē, ka tiltu uzturēšanai tiek izlietota ievērojama daļa Rīgā pielietotā sāls, tomēr mazāk par desmitdaļu (~9,1%), un faktiski inhibitoru pievienošana būtu ieteicama tikai uz tiem, ielu uzturēšanā tos nepielietojot.

Piedevām vēl jāņem vērā, ka sāls izraisītas korozijas problēma ir potenciāli būtiska tikai veciem tiltiem ar betona elementiem, kuros gadu gaitā izveidojušās mikroplaisas, un ūdenscaurlaidīgām seguma šuvēm, pa kurām sāls var piekļūt tilta iekšējām un apakšējām tērauda konstrukcijām. Visi tilti, kas pēdējos gados ir uzbūvēti jauni (Dienvidu, Slāvu) vai kapitāli pārbūvēti (Salu, Deglava, projekta stadijā – Brasas u.c.) ir ar mūsdienīgi uzlabotu konstruktīvo izpildījumu, betona elementus aizstājot ar granītu un visas šuves veidojot ūdensnecaurlaidīgas, tā praktiski novēršot iespēju izpausties sāls korozīvajai ietekmei. Līdz ar to inhibitoru pielietošanas lietderības apjomi vēl būtiski samazinās, koncentrējoties tikai uz vecajiem pagaidām nepārbūvētajiem tiltiem (Akmens, Vanšu, Zemitāna, VEF u.c.), kas ir mazāk aizsargāti pret koroziju. Līdz ar to šāds risinājums tīri materiāla izmaksu ziņā uz vispārējā fona nebūs būtisks, tikai ir saistīts ar loģistikas sarežģītākos: līdzšinējā praksē nekas netraucē vienā kaisītāja ciklā iekļaut kā ielas, tā tiltus, savukārt atšķirīgs kaisāmais maisījums ielām un atsevišķiem tiltiem prasa speciālu maršrutu plānošanu, nodalot ielu kaisīšanas ciklus no veco tiltu kaisīšanas cikliem, kas neizbēgami radīs divu veidu neērtības (vai vienas no tām): vai nu tiltu kaisītājam daļu maršruta jāpārvieto bez kaisīšanas, vai tas daļā maršruta, kas neizbēgami jāveic pa ielām, tomēr kaisa materiālu ar tām nevajadzīgajiem inhibitoriem, kas palielina to teorētiski iespējamo minimālo patēriņu.

5.9. Pretslīdes apstrādes ietekme uz gaisa kvalitāti

Pretslīdes materiālus, ko izkaisa uz ielām un tiltiem, gan vējš tieši kaisīšanas procesā, gan transportlīdzekļi pēc tam no brauktuves arī uzputina gaisā, un tam var būt kaut kāds ieguldījums gaisa piesārņojumā ar suspendētajām daļiņām. Šis jautājums ir aplūkots Latvijas universitātes 2012. gada zinātniskajā pētījumā atskaitei Rīgas Vides fonda projektam “Pētījums par tehnoloģijām ielu apstrādei ar daļiņu (PM_{10}) saistošiem šķīdumiem un iespējām šīs tehnoloģijas ieviest Rīgā”.

Pētījumā ir konstatēts, ka no brauktuvju virsmām resuspendēto cieto daļiņu īpatsvars pilsētvidē veido būtisku, pat līdz 85 %, šā gaisa piesārņojuma daļu. Resuspensijas radītā PM_{10} piesārņojuma līmenis salīdzinoši ir augstāks Ziemeļeiropas valstīs nekā Vidus- un Dienvidēiropā, kas saistīts ar abrazīvo pretslīdes materiālu pastiprinātu lietošanu ziemas sezonā (kā arī riepu ar radzēm izmantošanu). Latvija klimatiski ir starp Ziemeļeiropu un Viduseiropu, tomēr Rīga pēc šīs pazīmes noteikti atšķiras no Ziemeļvalstīm, kurās ir izplatītāka abrazīvo pretslīdes materiālu lietošana: Rīgā pārsvarā pielieto sāli, smilts piedeva veido ļoti nelielu daļu pretslīdes apstrādes.

Minētais pētījums nav fokusēts uz ziemas sezonu, tas aplūko PM_{10} piesārņojumu gada griezumā, un šī problēma ir daudz izteiktāka siltā un sausā gada laikā un daudz mazāk raksturīga tieši ziemas sezonai ar slapjumu un sasalu. Savukārt netieši uz ziemas sezonu attiecas apskats par cieto daļiņu uzputināšanas supresantu īpašībām, kuri veicina mitruma un putekļu daļiņu agregāciju uz virsmām, kavējot to uzputināšanu. Uz šajā Pētījumā skaidrojamajiem jautājumiem LU pētījumā

vistiešāk attiecas tas, ka Rīgā ziemā pretapledošanas apstrādē pielietotie materiāli paši par sevi ir putekļu supresanti, ko citviet pielieto nevis pretslīdei, bet mērķtiecīgi tieši gaisa piesārņojuma mazināšanai. Rīgā ziemā nelielos daudzumos pielietotais kalcija hlorīds ir starp visefektīvākajiem supresantiem, tātad tā pielietojumam neizbēgams blakusefekts ir putēšanas mazināšana. Mazāk efektīvs, tomēr arī supresants, kas tiek plaši pielietots tā zemo izmaksu dēļ, ir nātrijs hlorīds, ko Rīgā ziemā pielieto vislielākajos daudzumos, tātad arī tam jebkurā gadījumā ietekme uz gaisa piesārņojuma ar PM₁₀ mazināšanu ir tikai pozitīva un noteikti ne negatīva.

Līdz ar to jāsecina, ka Rīgā praktizējamajam pretslīdes materiālu pielietojumam bez tiešā mērķa ietekmēt gaisa piesārņojumu blakusefekts šajā aspektā ir tikai pozitīvs, nevis negatīvs, tātad no gaisa aizsardzības viedokļa nekādas prasības ierobežot pretslīdes materiālu pielietojumu neizriet: ļoti ierobežotā apjoma smilts kaisīšanas potenciāli izraisāmo PM₁₀ piesārņojumu ar uzviju noslāpē daudz lielākos apjomos izkliedētie šā piesārņojuma supresanti.

6. Sabiedrības attieksme pret Rīgā izmantojamo pretapledošanas metožu pielietošanu

Pastāv uzskats, ka Rīgas sabiedrībā valdot noraidoša attieksme pret sāls izmantošanu. Šāds viedoklis var veidoties no publikācijām un pārraidēm plašsaziņas līdzekļos, kurā laiku pa laikam tiek aktualizēts sāls nelabvēlīgo ietekmju jautājums, aptaujāti gadījuma cilvēki, vai arī kādi cilvēki šādu attieksmi paši aktīvi pauž. Tiek izteiktas pretenzijas par sāls kaitīgumu videi, automašīnām, iedzīvotāju apaviem un daudz kam citam, jo sāls ķīmiski var būt diezgan agresīvs, ko vairākums noteikti teorētiski zina, un nezināms daudzums sabiedrības varētu būt tā vai citādi izjutoši to arī savā personiskajā praksē.

RTU 2012 konstatēts:

“Pret sāls pielietošanu pretapledošanas apstrādē lielākoties sabiedrībā ir negatīva attieksme, ko dažreiz sekmē arī masu mediji. Sāls pielietošanas blakusefekti tiek pasniegti vienkāršoti un neobjektīvi, nepieminot visu faktoru kopumu, tostarp, cik sabiedrībai nozīmīgi ir apsvērumi, kāpēc tas vispār tiek darīts. Svarīgi, lai šajā situācijā alternatīvu pretapledošanas materiālu un metožu meklēšana nekļūtu par pašmērķi, tāpēc nepieciešams kļiedēt dažus mītus:

- ✓ *absolūti nekaitīgu pretapledošanas materiālu nav, katram piemīt blakusparādības, tieši vai netieši ietekmējot apkārtējo vidi;*
- ✓ *nav brīnumainu materiālu ar universālām pretapledošanas īpašībām, bet ir reaģenti vairāk piemērojamie noteiktā veidā noteiktos apstākļos;*
- ✓ *ieviešot vairākkārt dārgākās par sāli alternatīvas, proporcionāls gaidāmais rezultāts nav garantēts;*
- ✓ *sāls joprojām ir pamatreāģents visu attīstīto valstu ceļu un ielu ziemas uzturēšana (Ziemeļamerika, Ziemeļvalstīs, Japāna, Vācija u.c.);*
- ✓ *sāls blakusparādības ir labi izpētītas ilgtermiņā un zināmi risinājumi to mazināšanai, ko nevar apgalvot par lielu daļu alternatīvo materiālu;*
- ✓ *pretapledošanas materiāla izvēle nosaka tikai pusi no iegūstamā rezultāta, savukārt pārējais ir atkarīgs no stratēģiskās pieejas, tehnoloģijām un darbu organizācijas, ko jācenšas pastāvīgi pilnveidot.*

Galvenais aspekts, kas veido negatīvo sabiedrības attieksmi pret sāli ir tas, ka veidojot šķīdumus, tas vēlāk atgriežas kristāliskā formā un kļūst vizuāli pamanāms, veidojot baltu aplikumu uz ceļiem, mašīnām un apaviem, kristalizējoties gruntī un konstrukciju porās. Citi reaģenti parasti neatstāj pēdas, jo organiskie materiāli noārdās, savukārt citi hlorīdi dabiski nekristalizējas. Bet reaģentu iedarbībai uz vidi un konstrukcijām ir daudz sarežģītāks mehānisms, tāpēc princips “neatstāj pēdas – neietekmē” nav korekts. Vajadzētu atcerēties, ka jebkurā gadījumā pilnveidotā ziemas ielu uzturēšana (ieskaitot samazināto sāls patēriņu pie līdzvērtīga vai augstākā mobilitātes līmeņa) Rīgas budžetam kopumā būs dārgāka par pašreizējo, jo praktiski visi ekoloģiskie mēri saistīti ar paaugstinātām pasūtītāja tiešajām izmaksām.”

Tomēr visi šie argumentētie apsvērumi par to, kas rada sabiedrības negatīvo attieksmi un kā to mazināt, ir balstīti uz pieņēmuma, ka šāda negatīva attieksme ir, kurš savukārt ir balstīts uz nodaļas pirmajā rindkopā minēto avotu radītā subjektīvā iespaids, ka principā noraidoša attieksme pret sāls pielietošanu daļā sabiedrības ir, no kā tomēr nevar izdarīt zinātniski pamatotus secinājumus ne par sabiedrības kopējo, ne

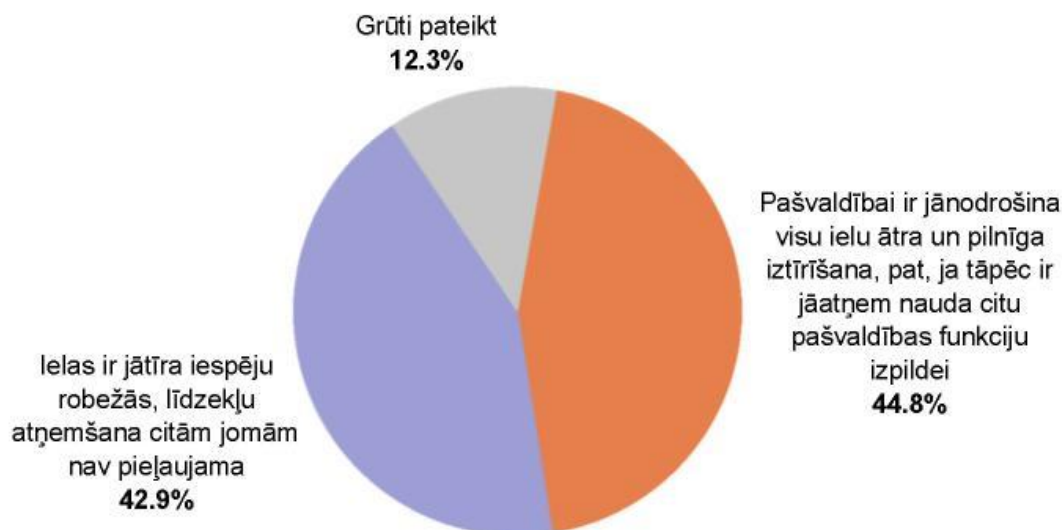
vairākuma viedokli, ne dažādiem citiem viedokļiem, kas ir pasīviem cilvēkiem, kas tos neproponē.

Lai eksaktāk izpētītu, kāda tad patiesībā šī sabiedrības attieksme ir, Rīgas dome 2017. gadā pasūtīja Tirgus un sabiedriskās domas pētījumu centram “SKDS” kvalificētu sabiedriskās domas pētījumu par ielu tīrīšanas un pretslīdes apstrādes nepieciešamību, prioritāti pašvaldības funkciju klāstā un vēlamajām/nevēlamajām metodēm. Pētījuma rezultāti tika apkopoti 2017. gada martā – tieši brīdī, kad cilvēkiem šis jautājums bija svaigi aktuāls, jo tuvojās noslēgumam tikko pārdzīvotā pretslīdes apstrādes sezona (kura turklāt bija ar vislielāko sāls patēriņu no šajā Pētījumā analizētajām). Turpinājumā izklāstīti uzdotie jautājumi ar pirms tiem sniegtiem skaidrojumiem un iegūtās atbildes.

Pirmais jautājums ar skaidrojumu: *“Daži uzskata, ka ziemās no sniega ātri ir jāiztīra pilnīgi visas ielas Rīgas pilsētā, lai cik tas arī maksātu. Citi norāda, ka, ņemot vērā ierobežotos pašvaldības budžeta līdzekļus, tādā gadījumā nauda būtu jāatņem citām jomām, tāpēc ielas ir jātīra iespēju robežās, nepiešķirot tam papildus līdzekļus. Kāda ir Jūsu nostāja?”*

Atbildes sadalījās trīs grupās (skat. 5. attēlu).

5. attēls. Atbilžu sadalījums uz anketas pirmo jautājumu.



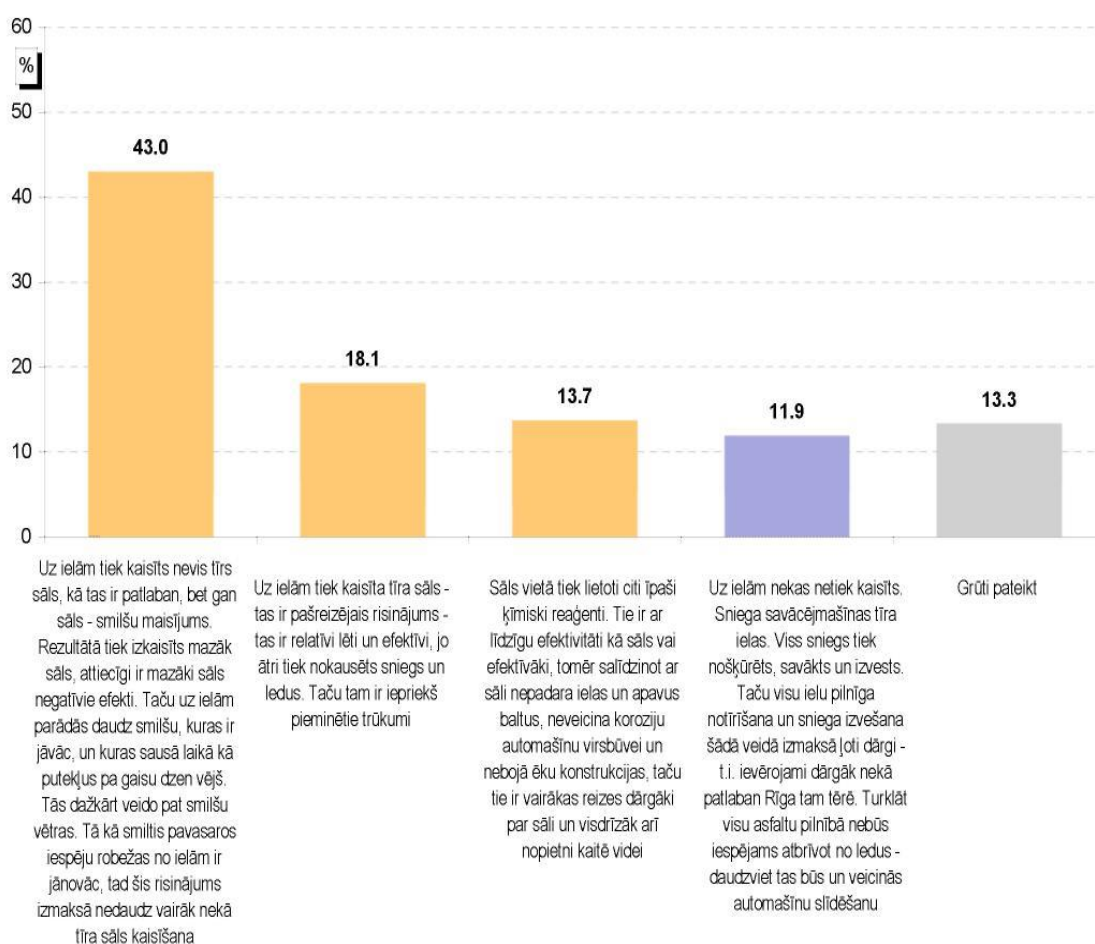
Kā redzams, septiņas astotdaļas iedzīvotāju uzskata sniega tīrīšanu un izvešanu par nepieciešamu, un no tiem vairāk nekā puse to atzīst pat par tik prioritāru, ka vajadzības gadījumā tai jānovirza citām nozarēm piešķirtā nauda, mazāk nekā puse – ka jātīra piešķirtā budžeta robežās, tātad trūkuma apstākļos ir pieļaujama nepilnīga sniega aizvākšana, tomēr vajadzīgs šis darbs ir. Jāatzīst, ka jautājuma formulējums lika izšķirties tikai par to, vai sniega tīrīšana ir prioritārāka par citām jomām, vai budžeta nepietiekamības gadījumā tā ir ierobežojama līdz ar citām jomām, un nebija jautājuma, vai varbūt sniega notīrīšana nav vajadzīga nemaz, tātad šāds viedoklis, ja gadījumā tāds kādam tomēr ir, iekļaujas trešajā atbildē “Grūti pateikt”, kā atbildējusi

astotā daļa aptaujāto, tomēr jādomā, ka šāds viedoklis no šīs astotdaļas ir noteikti mazākumam.

Otrais jautājums ar skaidrojumu (tieši attiecīgais uz šā Pētījuma tēmu): *“Lai nokausētu sniegu un ledu, un mazinātu auto slīdēšanu, patlaban ziemās uz Rīgas ielām tiek kaisīta sāls. Tā tiek uzskatīta par salīdzinoši lētu un efektīvu ledus nokausēšanas līdzekli. Taču tiek izteiktas pretenzijas par šī līdzekļa kaitīgumu videi, automašīnām, iedzīvotāju apaviem un daudz kam citam, jo sāls ķīmiski ir diezgan “agresīva” – tā, piemēram, veicina koroziju metālam. Kurš no risinājumiem, Jūsuprāt, būtu vispiemērotākais Rīgas ielu atbrīvošanai no sniega un ledus?”*

Atbilžu varianti sadalījās piecās grupās (skat. 6. attēlu).

6. attēls. Atbilžu sadalījums uz anketas otro jautājumu.



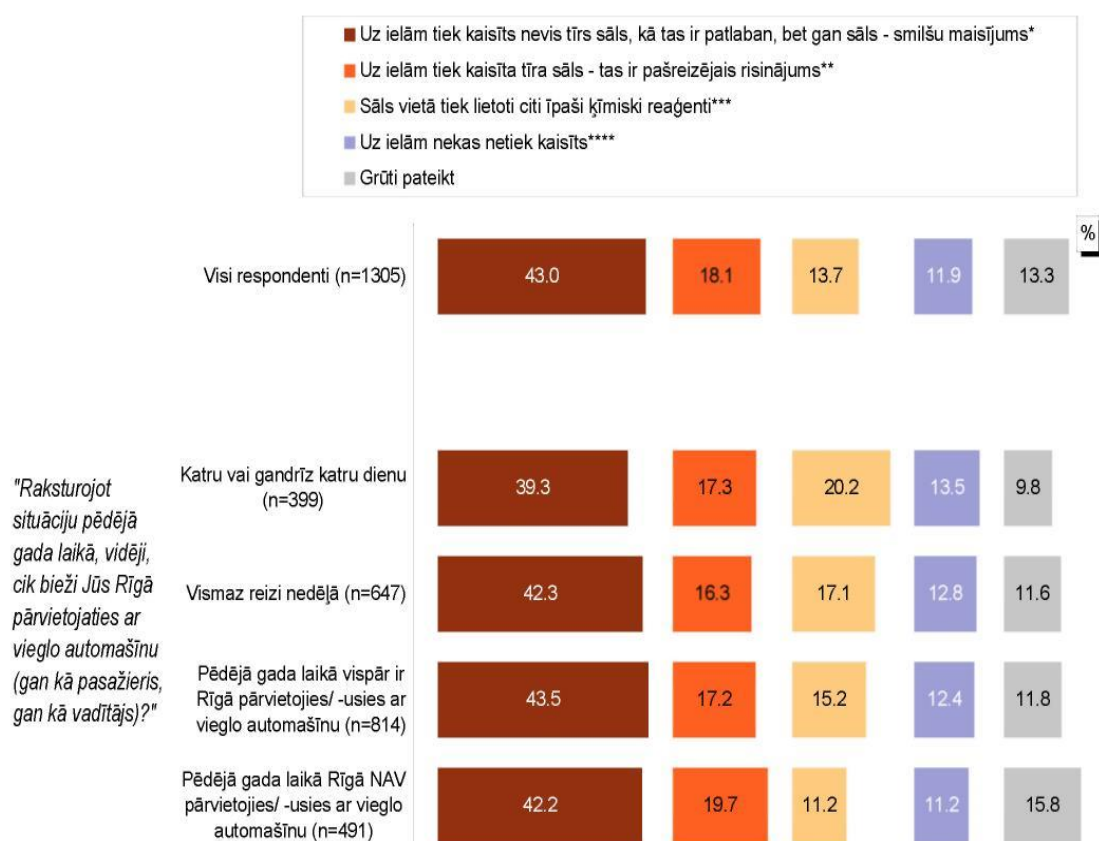
Bāze: visi respondenti, n=1305

Kā redzams, vislielākā grupa (43 %) izvēlējās sāls-smilšu maisījumu, nevis tīru sāli, un tā ir izteikti dominējoša: skaitā tuvu pusei, visas pārējās grupas ir divarpus

un vairāk reižu mazākas. Otrā pēc skaita grupa (18,1 %) atbalstīja līdzšinējo pieeju. Trešā grupa (13,7 %) izvēlējās citus īpašus ķīmiskus reaģentus. Mazākā grupa (11,9 %) ir pret jebkā kaisīšanu: lai tikai notīra un izved visu sniegu bez apjoma daļējas izšķīdināšanas, kaut arī tas ir dārgi, un ielas paliek slidenas, jo acīmredzot tā ir pašu autovadītāju (un arī gājēju) rūpe – pašiem rēķināties, ka ziemā ir slidens, un gādāt par savu un citu drošību. 13,3 % ir izvairījušies no konkrēta viedokļa.

Interesantas ir statistiskās atšķirības starp atbildētājiem (skat. 7. attēlu), kaut arī tās ir nelielas: būtiskas atšķirības ir tikai vienā no piecām atbilžu grupām.

7. attēls. Respondentu sadalījums pēc ielu izmantošanās veida.



Aizstāt tīru sāli ar sāls-smilts maisījumu mazliet mazāk par citiem grib tie, kas ik dienu paši pārvietojas ar vieglo automašīnu, savukārt saglabāt tīra sāls kaisīšanas praksi mazliet vairāk grib tie, kas vispār ar auto nepārvietojas. No šā varētu secināt, ka autovadītāji un pastāvīgi pasažieri mazliet mazāk tic smilšu uz nepietiekami nokausēta ledus pretslīdes efektivitātei (vai varbūt smilšainu ielu lielākai tīrībai par sāļainām ielām) un mazliet labprātāk brauc pa tīru asfaltu, no kura sniegs un ledus ir vienkārši nokausēts, smiltis neberot. Mazliet pārsteidzoši, ka statistiski visvairāk tīra sāls kaisīšanas atbalstītāju ir starp gājējiem, kas ar auto nepārvietojas nemaz: acīmredzot uzskats, ka sāls kaitē apaviem, ir mazāk dzīvīgs par uzskatu, ka tas kaitē transportlīdzekļiem.

Savukārt nav pārsteidzoša, turklāt labi sasaucas ar iepriekšējo secinājumu, visbūtiskākā atšķirība: tādu, kas vēlas sāls vietā citus tikpat efektīvus reaģentus, starp ikdienas autobraucējiem ir visvairāk – divreiz vairāk, nekā starp gājējiem. Tā ir cilvēka dabiskā vēlme pēc brīnuma: respondents nav kompetents, vai tādi reaģenti vispār ir, bet viņš vienkārši vēlas, lai vienlaikus ceļi neslidētu un sāls uz tiem nebūtu, un tam, kas būtu sāls vietā, nepiemistu sāls trūkumi un nebūtu arī citu savu trūkumu – izņemot dārdzību, kuru viņš uztver kā svešu problēmu, kas viņu neskar, un “*visdrīzāk arī nopietni kaitē videi*” viņš sliecas uzskatīt par kļūdainu pieņēmumu vai pat tīšu vedināšanu neizvēlēties šo atbildi, vai vienkārši tas viņu nesakar. Un šādu respondentu vislielākais īpatsvars autobraucēju vidū atkal apstiprina, ka vislielāko sāls kaitējumu sabiedrība saredz tieši automašīnām.

Atkal mazliet pārsteidzoši (tāpat kā tas, ka gājēji visvairāk atbalsta tīra sāls kaisīšanu) ir, ka statistiski visvairāk to, kas gatavi paši tikt galā ar slidenumu bez jebkādas pretslīdes apstrādes, ir starp ikdienas autobraucējiem, un vismazāk – starp gājējiem. Iespējams, ka šīs savstarpēji saskanīgās atbildes otrajā un ceturtajā respondentu grupā, atspoguļo Rīgas iedzīvotāju vecuma un dzīvesstila struktūru, kas sadalās divās simetriskās pusēs. Puse respondentu ir vecāki par 44 gadiem, ieskaitot trešdaļu, kuri ir vecāki par 54 gadiem. Otra puse respondentu ir jaunāki par 45 gadiem, ieskaitot trešdaļu, kuri ir jaunāki par 35 gadiem. Varētu būt, ka vecākajā pusē ir ievērojami lielāks kājnieku īpatsvars, bet tieši vecāka gadagājuma gājējiem varētu lielākas raizes sagādāt slidenas ielas/ietves un mazāk interesēt sāls nobaltināti apavi. Savukārt jaunākās puses ievērojami lielākajā autobraucēju īpatsvarā lielākā daļa ir vīrieši, kam raksturīgi uzskatīt sevi par prasmīgiem autovadītājiem, toties ir satraukums par sāls kaitējumu viņu transportlīdzekļiem.

Pēdējā grupā sadalījums šķiet loģisks: visvairāk cilvēku bez viedokļa par pretslīdes apstrādes problēmām tomēr ir starp kājāmgājējiem, vismazāk bez sava viedokļa ir starp ikdienas autobraucējiem.

Tomēr kopumā no šā pētījuma var secināt, ka Rīgas ielu pretslīdes apstrāde ar sāli ar visiem tās redzamajiem un tieši un tūlīt sajūtamajiem nelabvēlīgajiem blakusefektiem un zināmo un/vai iedomāto netieši un ilgtermiņā sajūtamā kaitīgo ietekmi nav problēma, pret ko sabiedrībai kopumā vai vairākumā būtu ļoti noraidoša nostāja un kategoriska prasība pēc pārmaiņām šajā jomā. ~61 % aptaujāto atbalsta sāls pielietošanu (ar vai bez smiltīm). ~14 % gribētu citu pretslīdes reaģentu, kas, visticamāk, nozīmē, ka, ja šī grupa pārliecinātos, ka diemžēl citi reaģenti dažādu iemeslu dēļ nav labāki par sāli, viņi arī pievienotos sāls atbalstītājiem, kas būtu kopā jau trīs ceturtdaļas sabiedrības. ~12 % ir gatavi pieņemt Rīgas ielas bez jebkādas pretslīdes apstrādes, bet tieši šajā grupā cilvēkam ir vismazāk tiesību vadīties tikai no savām personīgajām spējām un ērtībām, jo, ja arī viņš pats pratīs tikt galā ar slidenuma radītajām problēmām, viņš nevar atbildēt par citiem, kuru spējas ir mazākas un kuri tā dēļ var ciest ne vien paši, bet arī nodarīt kaitējumu šiem pašpārliecinātajiem respondentiem. Un ~13 %, kuriem nav konkrēta viedokļa, faktiski arī var pieskaitīt sāls atbalstītājiem, jo pretenziju viņiem nav: kā ir, tā ir labi, cilvēks nav personiski izjutis problēmas, kas liktu aizdomāties par šo jautājumu. Tādējādi koprezultātā sāls pielietošanu atbalsta (ja vien neparādās kāda brīnumaina alternatīva bez trūkumiem) 88 % iedzīvotāju, kuriem it viegli vēl varētu pievienoties liela daļa atlikušo, kas jūtas gatavi iztikt bez pretslīdes apstrādes vispār, ja dabūtu praksē ilglaicīgi izjust šādu situāciju, kāda Rīgā jau gadu desmitiem nepastāv: gadās tikai īslaicīgi, kamēr ielu uzturēšanas resursi ar savu kapacitāti spēji radušos sasniegumu un/vai apledojumu intensīvi apkaro, bet nespēj to izdarīt momentā visur vienlaikus.

Aktuālajā situācijā ir vienkārši grūti iztēloties tās grūtības Rīgas sabiedrībai kopumā un arī pašam indivīdam personīgi caurmērā ceturto daļu katra gada, ko radītu pilnīga atteikšanās no pretslīdes apstrādes (tikai tīrot sniegu), kas ir pilnīgi kas cits, nekā bez jebkādam sekām izvēlēties vienu no atbildēm uz nelūgti uzdotu jautājumu un uzreiz arī aizmirst. Ir iespējams domās piedāvāt pretslīdes apstrādes atcelšanai pēc sekām tuvinātu alegorisku situāciju, ko mūsdienu rīdziniekam ir vieglāk iztēloties: pretslīdes apstrāde Rīgā paliek pašreizējā līmenī, bet tiek aizliegtas ziemas riepas. Jādomā, šādu risinājumu šīs grupas respondenti atzītu par absurdu un nepieņemamu pat pie fantastiska nosacījuma, ka tam būtu pozitīva ietekme uz vidi un koroziju.

Līdztekus tam, ka bez jebkādas pretslīdes apstrādes iztikt gatavie cilvēki varētu īsti nesaprast, kādu situāciju viņi atbalsta, to acīmredzot nesaprot arī vislielākā grupa, kas atbalsta smilts piejaukšanu sālim kā alternatīvu metodi, turklāt šo nesapratni nepārprotami ir veicinājis provokatīvi (ar vai bez nodoma, bet ar nenoliedzamu rezultātu) uzstādītais jautājums (kontekstā ar otro jautājumu), it kā tīra sāls un sāls-smilts kaisīšana būtu alternatīvas, kas viena otru varētu aizstāt. Patiesībā tās abas ir Rīgas praksē līdztekus pastāvošas metodes, kurām katrai ir savs pielietojums. Tīra sāls pielietojuma mērķis ir asfalta seguma ātra un pilnīga atbrīvošana no uzledojuma, kas ir vislabākais risinājums labas saķeres nodrošināšanai. Šāds rezultāts ir sekmīgi sasniedzams, ja uzledojuma slānis ir plāns, un tā arī ir visbiežāk sastopamā situācija Rīgā gan raksturīgo laikapstākļu dēļ, gan arī ielu uzturēšanas spēku kvalitatīvā darba dēļ, kā rezultātā situācijas ar biezu slidena noblietēta sniega kārtu uzturamo kategoriju ielās ir reta parādība. Tomēr šādās retākās situācijās tiek pielietots smilts-sāls maisījums, kas ir optimāli atbilstošā metode šīm situācijām. Rezultātā iznāk, ka smilts-sāls maisījums tiek lietots daudz retāk, bet tas nav tāpēc, ka šo metodi retāk izvēlas no divām iespējamām alternatīvām, bet gan tāpēc, ka šī jau pašreizējā praksē pilntiesīgi pielietojamā metode ir lietderīga tik reti, cik ir. Pielietojot šo metodi arī pārējos gadījumos, kad tā nav lietderīga, t.i., kaisot uz plāna uzledojuma slāņa ātra efekta panākšanai nepietiekamu sāls daudzumu, bet vienmēr pievienojot tam smiltis, rezultātā sāls tik un tā asfaltu nokausētu, tikai ilgākā laikā, toties iegūtais rezultāts būtu sliktāks, jo vairs neapledojis asfalts paliktu nevajadzīgi apkaisīts ar smiltīm, kas saķeri tikai pasliktina.

Rezultātā jāsecina, ka pieņēmums, ka Rīgas sabiedrībā valdot noraidošā attieksme pret līdzšinējo ielu pretapledošanas apstrādes praksi, ir pārspīlēts. Piedevām vēl līdztekus publikācijām par sabiedrības noraidošo attieksmi pret to ir arī publikācijas par neapmierinātību ar būtībā pretējo: ka Rīgā ne pārāk biežajos stihiskas snigšanas un straujas apledošanas gadījumos ielu uzturēšanas dienesti nepietiekami ātri tiek galā ar ielu piesnigšanas un slidenuma novēršanu, tātad būtībā šajās situācijās sabiedrība pieprasa tieši intensīvāk pielietot to pašu esošo praksi, kaut vai tas prasītu intensīvāku sāls pielietošanu.

Te jāuzsver, ka šīs SKDS aptaujas vienīgais mērķis un pielietojums ir sabiedrības viedokļa noskaidrošana, un nekādā gadījumā tās rezultāti nav ne iecerēti, ne pielietojami kā viens no avotiem pareizākās ielu pretslīdes apstrādes metodes izvēlei. Sabiedrības viedoklis pats par sevi ir ļoti nozīmīgs, jo demokrātiskai valsts iekārtai līdztekus visam pozitīvajam, ko tā sniedz, ir arī potenciāls sabiedrības spiediena rezultātā novest pie populistiskiem politiskiem lēmumiem, kas ir pretrunā pašas šīs demokrātiskās sabiedrības interesēm (skat. Maskavas piemēru 3.6. nodaļā). SKDS aptaujas rezultātā ir pamats atzīt, ka no Rīgas sabiedrības puses nav šāda spiediena, kas liktu jel kādā veidā mainīt līdzšinējo pretslīdes apstrādes praksi vai traucēt speciālistiem to koriģēt tajā vai citā virzienā, balstoties uz objektīviem

*Stratēģija un priekšlikumi pretslīdes materiālu pielietošanai ielu kaisīšanā Rīgā,
balstoties uz līdzšinējās prakses skaitlisko rādītāju statistiska apkopojuma un apstrādes*

zinātniskiem, tehniskiem un ekonomiskiem, nevis subjektīviem populistiskiem apsvērumiem.

7. Rekomendācijas Rīgas ielu un transporta būvju ikdienas uzturēšanas pastāvošās prakses pilnveidošanai vai nomaiņai.

Šis darba uzdevuma punkts pirms Pētījuma uzsākšanas bija iecerēts situācijā, kad jau no RTU 2012 izrietēja, ka pastāvošā Rīgas prakse – sāls pielietošana ielu pretapledošanas apstrādē – principā ir lietderīgākā no satiksmes drošības apsvērumiem (kas ir prioritārie, kuru vienīgo dēļ vispār pretslīdes apstrāde ir nepieciešama) un tāpat arī no ekonomiskā viedokļa (kas objektīvi neizbēgami ir prioritārs, lai ierobežota budžeta apstākļos nenāktos upurēt iepriekšējo, prioritāro), kas visu šo pašu apsvērumu dēļ ir principā līdzīgā izpildījumā visizplatītākā arī citur pasaulē, tostarp bagātākajās attīstītākajās valstīs, tomēr šīs prakses blakusefekts diemžēl esot būtiska nelabvēlīga ietekme uz vidi, kuras prioritāte ar visiem iespējamiem līdzekļiem, tostarp arī potenciāli naudietilpīgiem, arī ir jāpaaugstina. Šā Pētījuma kvantitatīvie rezultāti par faktisko līdzšinējās prakses ietekmes uz vidi līmeni apgāž uz pētījumiem nebalstīto aprioro pieņēmumu, ka sāls pielietošanas nelabvēlīgā ietekme uz vidi Rīgas mērogā kopumā esot būtiska: kaut kāda nelabvēlīga blakusietekme neizbēgami objektīvi pastāv, tomēr kopumā tā nav prioritāri būtiska (kaut gan lokālos ietekmes maksimumpunktos Rīgas mērogāniecīgās platībās, toties svarīgās vietās Rīgas vēsturiskajā centrā un tā apkaimē ir būtiska un prasa lokālus pētījumus un rekomendācijas tās novēršanai pēc detalizētākas izejas datu ieguves) un var turpināt ilglaicīgi pastāvēt, neradot ne vērā ņemama kaitējuma draudus Rīgas zaļajai zonai, ne arī dramatiskus satiksmes būvju korozijas riskus. Tāpēc šajā Pētījumā rekomendācijas pastāvošās prakses radikālai nomaiņai nav iegūtas, ir tikai rekomendācijas sistemātiskiem pasākumiem, ko īstenot ne momentā, bet vairāku gadu gaitā, balstoties uz sekojoša būtiska apsvēruma.

Tikko ir aizvadīta pašreizējā piecu gadu līgumperioda (01.10.2019.-30.09.2024.) ar pašreizējiem Rīgas ielu uzturētājiem (pilnsabiedrības “Daugavas LABĀ krasta uzturētājs” un “Daugavas KREISĀ krasta uzturētājs”) pirmā pretapledošanas apstrādes sezona. Līgumu izpildītāji ir izraudzīti iepirkuma konkursos, un ar tiem ir noslēgti līgumi ar izvērstiem detalizētiem nosacījumiem par pretslīdes apstrādes veikšanas veidiem un metodēm, pielietojamajiem materiāliem un izklīdes normām, vienību tarifiem un orientējošo kopējo budžetu. Ieviest būtiskas izmaiņas no uzturētājiem sagaidāmo pakalpojumu veidos, apjomos un izmaksās šobrīd būtu gan juridiski, gan tehniski sarežģīti, tāpēc rekomendācijas tiek sniegtas, rēķinoties ar Rīgas ielu uzturēšanas piecu gadu līgumperiodiem, ar mērķi uzsākt to īstenošanu nākamajā līgumperiodā.

Pirms šā Pētījuma oriģinālo rekomendāciju sniegšanas, jāatskatās uz iepriekš veiktu pētījumu, kuri analizēti, ņemti vērā un pielietoti šajā Pētījumā, rekomendācijām, komentējot to izpildāmību un izpildītību.

“Rīgas centra ielu apstādījumu ekoloģiskais stāvoklis” (G.Čekstere, 2009)

Ņemot vērā ielu apstādījumu ekoloģisko nozīmīgumu, to fizioloģiskā stāvokļa uzlabošanai nepieciešams:

- *samazināt vai pārtraukt NaCl lietošanu ceļu uzturēšanai ziemas sezonā.*

Šī būtībā nav rekomendācija, bet gan vēlme, lai sāls Rīgas ielu apstādījumu kokiem kaitīgā daudzumā tajos neieklūtu. Šī vēlme ir balstīta uz sāls nodarītā kaitējuma izpēti selektīvi izraudzītās pēc jau acīmredzamiem koku lapu bojājumiem vidēji statistisko stāvokli neraksturojošās problēmviētās, no kā izdarīts visaptverošs secinājums, ka sāls Rīgas vidē ir kokiem kaitīgā daudzumā un tas jāsamazina vai sāls lietošana vienkārši jāpārtrauc, pilnīgi atrauti no jautājuma, kāds ir sāls pielietošanas mērķis, nezinot, kāds ir kaitējumu izraisījušais sāls daudzums, un nezinot, kāds būtu kaitējumu neizraisošs sāls daudzums. Šai rekomendācijai būtībā nav satura, tā nenorāda konkrētu īstenojamu rīcību, jo kvantitatīvi neraksturo problēmu, kura jānovērš, un tāpat kvantitatīvi neraksturo panākamo rezultātu.

- *veikt veco un sevišķi bojāto koku zaru regulāru apgriešanu, tā samazinot kaitīgo elementu ietekmi un uzlabojot palikušo virszemes daļu apgādi ar barības elementiem.*

Šī rekomendācija ir reālistiska un ir konkrēti izpildāma, ja precizē, kurās vietās par kuriem kokiem un/vai zariem ir runa. Tomēr arī bez šādas precizēšanas tā ir izpildāma pat visas Rīgas mērogā, ja izpildītājs pats apseko visus kokus, identificē vecos un sevišķi bojātos kokus, un pats zina, kuri zari tādiem jāapgriež (vai arī identificē kokiem vecos un sevišķi bojātos zarus un tos apgriež: no formulējuma nav skaidrs, vai vecie un sevišķi bojātie ir koki vai zari). Šāds darbs ir Mājokļu un vides departamenta kompetencē, kurš 2020.gadā eksperimentāli veica veco un sevišķi bojāto zaru apgriešanu 40 kokiem un seko, kādi nākamgad būs rezultāti, tomēr tas neizriet tieši un tikai no augsnes sasāļotības problēmas, bet gan vienkārši jebkurā gadījumā ir labas apstādījumu kopšanas prakses sastāvdaļa.

- *izdarīt augsnes virskārtas nomaiņu pavasarī, sniega klājenam nokūstot, lai samazinātu Na^+ un Cl^- koncentrāciju augsnē un šo elementu jonu uzņemšanu no augsnes, bet jaunajiem stādījumiem veikt pilnīgu augsnes nomaiņu.*

Šī ir ļoti nopietna rekomendācija, kuru atbilstoši ikgadējam darba apjomam un kritiski īsajam tam atvēlētajam termiņam, lai tas būtu lietderīgs, varētu uzskatīt par attiecinātu tieši uz pētītajām lokālajām problēmviētām vai varbūt uz visām arī konkrētajā pētījumā neapzinātajām Rīgas akūtajām problēmviētām, bet attiecībā uz visiem apstādījumiem Rīgas ielu malu 600 ha platībā šāds ikgadējs pavasara darbs šķiet pilnīgi nereālistisks. Kā arī šā Pētījuma rezultātā nav rasts attaisnojums tādām vērienīgam ikgadējam visas Rīgas mēroga pasākumam. Tomēr Mājokļu un vides departaments 2020.gadā eksperimentāli veica augsnes nomaiņu pavasarī tiem pašiem iepriekšējā punktā minētajiem 40 kokiem un seko, kādi nākamgad būs rezultāti, un šis pasākums jau izriet tieši no iespējamās augsnes sasāļotības problēmas. Savukārt šā eksperimenta rezultātus zinātniski sasaistīt ar augsnes sasāļotības problēmu būs grūti, jo tiem pašiem kokiem ir vienlaikus veikti dažādi augšanas apstākļu uzlabošanas pasākumi, tāpēc iespējama pozitīva rezultāta gadījumā tā cēlonis būs komplekss un nenoteikts.

- *paaugstināt koku apdobju augstumu, lai samazinātu sāls nokļūšanu tajās.*

Reālistiska rekomendācija attiecībā uz kokiem, kuriem ir apdobe. Rīgas ielu malu apstādījumos ir arī daudz koku, kuriem nav apdobju, bet attiecībā uz tiem šo rekomendāciju varētu interpretēt kā šādu apdobju izveidošanu. Tomēr rekomendācija atkal nesatur nekādus kvantitatīvus kritērijus: kādi ir līdzšinējie apdobju augstumi, cik

lielā mērā (nepietiekamā) tie kavē sāls iekļūšanu tajās un kāds ir ar paaugstināšanu sasniedzamais augstums, kurš vajadzīgajā mērā samazinās sāls nokļūšanu tajās. Jebkurā gadījumā šī rekomendācija tiek īstenota tādējādi, ka rekonstruējamās ielās kokiem apdobs tiek veidotas apmēram sprīdi augstas (atšķirībā no daudzām esošām apdobēm, kuras ir zemes līmenī bez jebkāda augstuma).

- *veikt augsnes paskābināšanu, lai nodrošinātu liepām optimālu augsnes reakciju un augiem uzņemamu Mn formu veidošanos; nodrošināt uz augšņu un lapu analizēm balstītu optimālu augu minerālo barošanos.*

Pilnīgi reālistiska rekomendācija, ko varētu īstenot. Konsultantam nav ziņu, vai tas ir/tiek īstenots, bet nav arī pārliecības, vai šī problēma izriet tieši un tikai no augsnes sasāļotības, jo NaCl reakcija ir praktiski neitrāla, nevis sārmaina.

“Rīgas pilsētas autotransporta infrastruktūras objektu pretapledošanas apstrādes pastāvošās prakses risku novērtēšana un koriģējošo rekomendāciju izstrāde”, RTU 2012

Jau īstenotās principiālās RTU 2012 rekomendācijas ir konstatētas Ievadā.

Attiecībā uz darba organizāciju ir vēl šādas rekomendācijas:

- *principiāli noteikt pieļaujamo ikgadēju sāls ekoloģisko slodzi pilsētvidē, sekot līdzī tā patēriņam (sāls indekss, u.c).*

Faktiski tas ir tas, kas pirmo reizi veikts šajā Pētījumā, kvantitatīvi novērtējot aktuālā sāls patēriņa ekoloģisko slodzi vidēji Rīgas pilsētvidē kopumā. Bet rezultāts ir tāds, ka prioritāra nepieciešamība administratīvi noteikt kādu patēriņa ierobežojuma indeksu nav identificēta. Savukārt sāls patēriņa uzskaitē un arī datu saglabāšana kopš šīs RTU 2012 rekomendācijas ir būtiski uzlabota, un turpmāki uzlabojumi tiks rekomendēti šā Pētījuma 1. rekomendācijā (turpinājumā).

- *organizējot ziemas darbus, sāls patēriņa samazinājumam jāklūst par uzņēmēju materiālo ieinteresētības aspektu, nevis otrādi.*

Šāda rekomendācija diemžēl šķiet neizpildāma ideālistiska vēlme, jo uzņēmējs jebkurā gadījumā ir ieinteresēts lielākā darba apjomā un samaksā. Nelietderīga sāls patēriņa nepieļaušana nekad nebūs uzņēmēju iniciatīva, bet gan RDSD uzraudzības funkcija.

- *darbu apmaksas forma jāvirza uz to, lai tā atbilstu uzturēšanas līmeņa nodrošināšanai, nevis paveikto darbu (izkaisīto reaģentu) daudzumam.*

Rekomendācija ir pareiza, un savu iespēju robežās sāls patēriņu atbilstoši pretapledošanas novēršanas vajadzībai, nevis vairāk, RDSD jau iekļauj līguma nosacījumos un kontrolē to izpildi.

- *periodiski pilnveidot Rīgas ielu uzturēšanas normatīvu (ar laiku būtu nepieciešams izvērstāks to iedalījums pēc pretapledošanas apstrādes veida, diferencējot dažādas stratēģijas un tehnoloģijas);*

Kopš šīs rekomendācijas 2013. gada 1. janvārī ir stājušies spēkā Rīgas domes 2012. gada 31. janvāra Iekšējie noteikumi Nr.13 "Par Rīgas pilsētas pašvaldības ielu ikdienas uzturēšanas prasībām", kuru prasības ir atbilstošas pašreizējām vajadzībām, un šajā Pētījumā nav identificētas būtiskas problēmas, kas liktu izvērstāk iedalīt pretapledošanas apstrādes veidus un tehnoloģijas, izņemot šīs nodaļas noslēdzošajā 5. rekomendācijā ieteikto (skat. tālāk).

- *jāattīsta darbu specifikācijas un sāls kaisīšanas vadlīnijas, lai darba veicēju vidū būtu vienota pieeja, tajā pašā laikā neierobežojot uz reaģentu apjoma pielietošanas samazinājumu vērstās inovācijas.*

Būtībā šādas vadlīnijas jau ir augšminētie Iekšējie noteikumi un konkrēto līgumu nosacījumi, pieeja dažādiem darbu veicējiem ir vienota, un inovācijas sāls apjoma samazinājumam, nekaitējot panākamajam rezultātam, nekas neierobežo, un turpmāku priekšnoteikumu radīšana tādām sekos šā Pētījuma rekomendācijās (skat. tālāk).

Atbalsta procesu attīstības ietvaros, nepieciešams:

- *Pirmkārt, izveidot ceļu meteostaciju tīklu pilsētas autotransporta infrastruktūras kritiskajos punktos, lai nodrošinātu attālināto ceļa stāvokļa novērošanu turpmāk konsekvēnti virzoties ielu apledošanas prognozēšanas ieviešanai (sadarbība ar LVC, LVGMC, u.c).*

Ir īstenots un turpinās pilnveide.

- *Strādāt pie tā, lai darba veicējiem un uzraugiem būtu piekļuve pie dažādiem saistošās informācijas avotiem un integrētajiem produktiem.*

Ir īstenots un turpinās pilnveide.

- *Nodrošināt informācijas par situāciju Rīgas ielās ziemā publicitāti (web portāls, sadarbība ar medijiem).*

Nav īstenots, rekomendācija paliek spēkā.

- *Nodrošināt tiešraides brīdinājumus par apledojušajiem tiltiem to pieejās ar informatīvo elektronisko ekrānu palīdzību to pieejās.*

Nav īstenots, rekomendācija paliek spēkā.

- *Nākamajā līgumperiodā paredzēt uzņēmēju tehnoloģiskā parku aprīkošanu ar sekošanas sistēmām un to datu pieejamību RDSD, vēlāk paredzot arī ielu ziemas dienesta tehnoloģisko režīmu automātisko fiksēšanu tajā un plašā spektra mobilo sensoru pielietošanu.*

Ir īstenots un turpinās pilnveide.

- *Konsekventi strādāt pie vienotā ielu ikdienas uzturēšanas plānošanas un analīzes rīka izveides uz GIS pamatnes, kurā ar laiku tiktu integrēti visi saistošie dati un to ģeotelpiskā vizualizēšana.*

Tiek īstenots.

- *Attīstīt ielu ziemas dienesta objektīvus (diskrēti mērāmos) izpildījuma kritērijus (ceļu meteostaciju seguma devēji, mobilie saķeres mērītāji un virsmas stāvokļa analizatori).*

Nav īstenots, rekomendācija paliek spēkā.

Tehnoloģijas jāvirza uz reaģentu taupīgāku pielietošanu:

- *Jāapsver iespēja sniega operatīvai savākšanai un izvešanai no pilsētas centrālās daļas.*

Tiek īstenots.

- *Jārealizē pilsētas sniega novākšanas shēmas uzlabojumus, paredzot sniega utilizācijas metodes.*

Tiek īstenots.

- *Nākotnē var aktīvāk izmantot sāls šķīdumu izsmidzināšanu preventīvajā apstrādē pie gaisa temperatūras ap 0°C, kā arī melnā ledus un sarmas gadījumos.*

Pagaidām preventīvi tiek veikta kaisīšana uz tiltiem un satiksmes pārvadiem pirms prognozētām ekstremālām meteosituācijām.

- *Akūtās praktiskās vajadzības ziemas sezonā saistītas ar krīzes situāciju novēršanu un vadību, kas rodas, Daugavas tiltu brauktuvēm (īpaši Dienvidu tilts un tā piekļuves mezgli), apledojot pie ekstrēmi zemajām temperatūrām.*

Preventīvi tiek veikta kaisīšana uz tiltiem un satiksmes pārvadiem pirms prognozētām ekstremālām meteosituācijām, kas nozīmē slidenumu maksimāli veicinošu faktoru kompleksu, ne tikai zemu temperatūru. RTU 2012 “*ekstrēmi zemas temperatūras*” nav definētas, bet netieši spriest, kas ar to domāts, var no šā citāta: “*04.02.2012. uz Dienvidu tilta un tā estakādēm īsā laikā notikušas virs 30 autoavāriju slidenas brauktuves dēļ, savukārt bīstamais stāvoklis saglabājies vēl apmēram nedēļu. Apledojums bija izveidojies pie -20°C temperatūras un tiltu uzturēšanas uzņēmums nebija spējīgs to operatīvi likvidēt.*” Šā Pētījuma aptvertajā periodā šādai situācijai tuvākie analogi ir divi laikposmi ap Ievada pēdējā rindkopā norādītajām divām visaukstākajām dienām: 28 dienas 28.12.2015.-24.01.2016. un 11 dienas 02.-12.01.2017. (skat. 2. un 3. pielikumu). Uzturēšanas dienesti ar to sekmīgi tika galā,

likumsakarīgi izkaisot ļoti daudz sāls: pirmajā – 8743 t (10,4 %), otrajā – 5245 t (6,2 %).

Šā Pētījuma oriģinālās rekomendācijas.

Pirmās četras rekomendācijas ir vērstas uz ielu apstādījumu aizsardzību.

Pirmā rekomendācija ir nepieciešama un reālistiska jau esošajā līgumperiodā, jo ar tās izpildi tikai jāuzsāk gatavošanās nākamajam līgumperiodam un tā prasa samērā nebūtisku korekciju RDS sadarbībā ar Rīgas ielu uzturētājiem (kurā šajā aspektā kā trešajai pusei būtu lietderīgi iesaistīties arī RD Mājokļu un vides departamentam).

- 1. Līdzšinējā jau ļoti labajā katru dienu veikto darbu uzskaitē ieviest papildinājumu/precizējumu, līdztekus kopējām ar dažādu veidu pretslīdes maisījumiem nokaisītajām ielu platībām kvadrātmetros apkopojot arī konkrētos ielu posmus un tajos nokaisītos kvadrātmetros.**

Šī pirmā rekomendācija ir vērsta uz informatīvās bāzes nodrošināšanu nākamajai rekomendācijai un ir tās obligāts priekšnoteikums. Tās sekmīga īstenošana prasa neatliekamu rīcību, jo laikā ziņā tā ir prioritāra: to jāpaspēj īstenot līdz nākamās pretapledošanas sezonas sākumam, tātad apmēram trīs mēnešu laikā.

- 2. Pasūtīt zinātnisku pētījumu par sāls ietekmi uz ielu apstādījumu koku ekoloģisko stāvokli kā turpinājumu G.Čeksteres 2009. gada pētījumam “Rīgas centra ielu apstādījumu ekoloģiskais stāvoklis” un iepriekšējiem tā pamatā esošajiem pētījumiem saistībā ar konkrētajās problēmviētās izkaisīto sāls daudzumu un citās vietās bez redzamām problēmām izkaisīto sāls daudzumu, ar uzdevumu nevis selektīvi pētīt atsevišķas problēmvietas teorētiskiem mērķiem, bet gan praktiskas rīcības mērķiem vizuāli apzināt pēc iespējas visas problēmvietas un veikt pētījumu tajās visās, lai informatīvi sasaistītu sāls iedarbības lokālās nevēlamās sekas ar tās izraisījušo ielu kaisīšanā pielietoto sāls daudzumu konkrētajās vietās (acīmredzot statistiski nozīmīgi lielāku par vidējo pilsētas ielās) un attiecīgi iegūtu kvantitatīvas rekomendācijas, par cik konkrētajās vietās tas ir jāsamazina vai varbūt lokāli jāaizstāj ar kādu citu reaģentu.**
- 3. Otrajā rekomendācijā ieteiktā zinātniskā pētījuma ietvaros izpētīt problēmviētās arī kālija saturu augsnē un augos un vajadzības/lietderības gadījumā sniegt praktiskas kvantitatīvas rekomendācijas kālija hlorīda pievienošanai pretslīdes maisījumam visā apstrādes sezonas garumā visā Rīgā vai noteiktos laikapstākļos un/vai noteiktās vietās kopsakarībā ar iespējamo nātrija hlorīda daudzuma samazināšanu konkrētajās vietās, jo līdzšinējos pētījumos identificētā problēma šķiet ne tik daudz nātrija absolūtais daudzums augsnē, kā traucēta kālija/nātrija attiecība augu šūnās nātrija pārākuma un kālija nepietiekamības ietekmē, ko, iespējams, var risināt ne vien ar nātrija daudzuma samazināšanu, bet arī ar kālija vajadzīgā satura nodrošināšanu kaisāmajā maisījumā.**

Pirmās rekomendācijas sekmīgas īstenošanas gadījumā 2020./21. gada pretapledojuuma apstrādes sezonā otrajā rekomendācijā ieteikto pētījumu varētu uzsākt vai nu 2021., vai 2022. gada pavasarī. 2021. gads būtu labāks laika ziņā, jo nodrošinātu drīzāku tā pabeigšanu un rekomendāciju iegūšanu, kas savukārt atvēlētu ilgāku laiku šo rekomendāciju īstenošanai, iekļaujot no tām izrietošos uzdevumus nākamā līgumperioda līgumu tehniskajās specifikācijās. Savukārt 2022. gads būtu labāks izejas datu ziņā, jo būtu uzkrāta telpiski diferencēta informācija par sāls patēriņu divu sezonu garumā, kas ir būtiski reprezentatīvāk par vienu sezonu, kas ar augstu varbūtību var neatspoguļot regulāru praksi. Un no šiem abiem alternatīvajiem risinājumiem ir iespējams kombinēt, iespējams, vislabāko risinājumu: uzsākt pētījumu 2021. gadā ar vienas sezonas datiem, 2022. gadā jau iegūstot provizoriskos rezultātus, uz kuru pamata pasūtītājs jau var sākt apzināt rekomendāciju izpildes reālās iespējas un to iekļaušanu ceļu uzturētāju tehniskajās specifikācijās ar iespējamām korekcijām zinātnieku sākotnējos formulējumos, bet turpināt pētījumu līdz 2023. gadam, iestrādājot vēl otras sezonas datus un vajadzības gadījumā koriģējot iepriekšējā gada rekomendācijas.

Rekomendētajam pētījumam būtu vēl viens nozīmīgs rezultāts: tas ļautu šā Pētījuma modeli kalibrēt, salīdzinot pēc tā iegūtās augsnes sasāļotības vērtības konkrētajās problēmvietās ar tām piegulošajās ielās konkrētajiem izkaisītajiem sāls daudzumiem, ar dabā iegūtajos augsnes paraugos izmērītajām sasāļotības vērtībām un iegūstot koeficientu starp tām. Prognozējams, ka gan veģetācijas perioda sākumā dabā izmērītās vērtības būs būtiski mazākas par uzmodelētajām, gan vēl jo būtiskāk mazākas tās būs veģetācijas perioda beigās. Šī zinātniskā korekcija ir vērtā iekļaušanai atsevišķā rekomendācijā.

4. Otrajā rekomendācijā ieteiktā zinātniskā pētījuma rezultātā kalibrēt šajā Pētījumā izstrādāto modeli ar koeficientiem starp modelēšanās iegūtajām augsnes sasāļotības vērtībām un tiešos mērījumos iegūtajām tās pašas augsnes sasāļotības vērtībām.

Iepirkuma dokumentāciju par Rīgas ielu uzturēšanu nākamajā līgumperiodā no 2024. gada būs jāsāk gatavot jau 2023. gadā, tātad šāds abu rekomendāciju īstenošanas grafiks ir reālistisks, bet arī nepieļauj atkāpes no tā, jo aizkavēšanās par vienu gadu, visticamāk, nozīmēs iespēju pētījuma rekomendācijas iestrādāt jau tikai 2029. gada Rīgas ielu uzturēšanas pakalpojumu iepirkumā, t.i., aizkavēšanos par pieciem gadiem, kas parasti nozīmē pasākuma atlikšanu uz nekad.

Un, kā konstatēts jau 5.8. nodaļā, joprojām nav izpildīta RTU 2012 rekomendācija, *“lai vājinātu reaģentu korozīvu iedarbību uz tēraudu, pievienot korozijas palēninātājus (inhibitorus): nātrija fosfātus ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$); parasto ($\text{Ca}[\text{H}_2\text{PO}_4]_2$) un dubulto superfosfātu ($\text{Ca}[\text{H}_2\text{PO}_4]_2 + \text{P}_2\text{O}_5$). Inhibitoru pievienošana sāls ražošanas procesā varētu panākt minimālu kaisāmā materiāla sadārdzinājumu, tāpēc jānoskaidro vai sāls ražotāji būtu spējīgi to nodrošināt vajadzības gadījumā.”*

Piektā rekomendācija ir vērsta uz satiksmes būvju korozijas riska samazināšanu.

- 5. Prasību tiltu uzturēšanā sālim pievienot korozijas inhibitoru iestrādāt nākamā līgumperioda ielu uzturētāju līgumu tehniskajās specifikācijās, nesašaurinot izpildītāju iespējas ar konkrēta inhibitora definīciju, bet gan definējot panākamo efektu un ļaujot pretendentiem pašiem izpētīt iepirkuma nolikumam atbilstošo iespējamo inhibitoru klāstu, sāls ražotāju spējas tos piegādāt, cenas, finansiālās vajadzības un tehnoloģiskās iespējas organizēt maršrutus vai nu dalīti pa ielām un tiltiem ar atšķirīgu kaisāmo materiālu un daļā maršrutu ar fokusu uz tiltiem kaisīt to pašu materiālu neizbēgamajā maršruta daļā arī pa ielām, vai arī šajā maršruta daļā nekaisīt, vai arī nedalīt maršrutus un kaisīt materiālu ar inhibitoru visur, un visas pārējās nepieciešamās detaļas, lai apmierinātu iepirkuma nolikuma prasības un spētu tās izpildīt līguma noslēgšanas gadījumā. Te jāatgādina, ka apstrādi ar inhibitoriem ir lietderīgi sašaurināt tikai uz vecajiem nepārbūvētajiem tiltiem (Akmens, Vanšu, Zemitāna, VEF u.c.), kas ir konstruktīvi nepietiekami aizsargāti pret koroziju.**

No vienas puses, ir apšaubāmas iespējas šādas izmaiņas bez lieliem sarežģījumiem ieviest šajā līgumperiodā jau spēkā esošajos līgumos par ielu (šajā gadījumā – konkrēti tiltu) ziemas uzturēšanu. No otras puses, no Pētījuma neizriet prioritāra nepieciešamība šo jautājumu atrisināt nekavējoties saspringtos termiņos. No trešās puses, rekomendācijas izpilde, nevis aizmiršana, pati par sevi ir liels panākums ar potenciālu praktisku ieguvumu, un tās pareiza izpilde prasa rūpīgu darbu, kādu vienmēr prasa tehniskās specifikācijas apjomīgu ilglaicīgu pakalpojumu līgumiem lielpilsētas mērogā, tāpēc četru gadu atvēlēšana šīs rekomendācijas rūpīgai izstrādei noteikti nav pārspīlēta un Konsultants būs ļoti gandarīts, ja patiešām no 2024. gada šis ieteicamais un iespējamais uzlabojums tiltu pretslīdes apstrādes praksē tiks ieviests.

8. Priekšlikumi normatīvo aktu izmaiņām, lai ekonomiski pamatoti samazinātu sāls (NaCl) daudzumu ielu un tiltu kaisīšanai.

Tāpat kā iepriekšējais, arī šis darba uzdevuma punkts pirms Pētījuma uzsākšanas tika iecerēts situācijā, kad kvantitatīvas informācijas par pretapledošanas sāls izmantošanas ietekmju apmēriem vēl nebija, tikai pastāvēja apriors pieņēmums, ka līdzšinējās prakses blakusefekts diemžēl esot būtiska nelabvēlīga ietekme uz vidi, kuras prioritāte ar visiem iespējamiem līdzekļiem, tostarp arī potenciāli naudietilpīgiem, ir jāpaaugstina, un šai vajadzībai varētu būt ieteicamas normatīvo aktu prasības, kas uz citu prioritāšu rēķina izvirza sāls nelabvēlīgo ietekmju uz vidi novēršanu par prioritāti un administratīvā kārtā piespiež “ekonomiski pamatoti” samazināt tā daudzumu, šā formulējuma brīdī neesot nekādiem datiem, ne kāds šis daudzums ir, ne kāda ir šā daudzuma ietekme, ne kādai šai ietekmei jābūt, ne par cik tas jāsamazina, lai ietekme no tādas, kādai tai nav jābūt, kļūtu par tādu, kādai tai ir jābūt.

Šā Pētījuma rezultātā pirmo reizi ir iegūta kvantitatīva informācija par konkrētās pretslīdes sāls pielietojuma prakses kvantitatīvajām sekām vidē, no kurām neizriet prioritāra nepieciešamība radikāli lauzt Rīgā (un visā Latvijā līdzīgi) pastāvošo ielu un ceļu seguma pretapledošanas apstrādes praksi, tostarp ar šajā virzienā vērstām specifiskām likumu prasībām. Jautājums ir mierīgi atstājams Rīgas domes (un citu publisko ielu un ceļu īpašnieku un valdītāju, kas atbildīgi likuma un sabiedrības priekšā par satiksmes drošību uz tiem) profesionālai risināšanai, līdzšinējās prakses analīze nav ļāvusi identificēt pazīmes, ka RDSD satiksmes drošības nodrošināšanu slidenajā sezonā risinātu neprofesionāli, izšķērdīgi un/vai ļaunprātīgi pret kādām vides aizsardzības prasībām, un visas sāls kaisīšanas izraisītās mērenās Rīgas vides problēmas ar pārsvarā epizodisku un lokālu raksturu var turpināt profesionāli risināt, īstenojot šā Pētījuma rekomendācijas un turpināt meklēt aizvien labākus risinājumus kopsolī ar pasaules tehnoloģisko progresu.

Vajadzība pēc jauniem normatīvajiem aktiem, kas piespiestu Rīgas domi ielu pretapledošanas apstrādes jautājumā rīkoties citādi, nekā tā līdz šim rīkojas atbilstoši jau esošajiem normatīvajiem aktiem, nav identificēta.

9. Ieteicamais turpmākās attīstības ietekmju monitorings

Faktiski sāls pielietojuma ietekmju monitorings ir jau ietverts pirmajās trīs šā Pētījuma rekomendācijās iepriekšējās nodaļas beigās. Turpmākās attīstības ietekmju monitorings nozīmē tādu pašu pētījumu, kas rekomendācijās ieteikts, periodiski atkārtot, konstatējot sāls koncentrācijas un koku veselības izmaiņas problēmvietās pēc šo pētījumu detalizēto rekomendāciju īstenošanas. Ieteicamais termiņš pirmajam pētījumu atkārtojumam būtu 2-3 gadi pēc rekomendētā pētījuma pabeigšanas un tā rekomendāciju īstenošanas, kas varētu būt agrākais, kad iestājas konstatējamas izmaiņas to rezultātā augsnē un jo īpaši – koku veselības stāvoklī. Pozitīva efekta apstiprināšanās gadījumā jāturpina pielietot uzlaboto praksi esošajā veidā un mērā vai ar vēl papildu uzlabojumiem, un atkārtotu monitoringu veikt jau pēc ilgāka laika.