

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

VAAJASALO-KUOPIO JÄÄTIE JA LIIKENNEVAIKUTUKSET

TEKIJÄ Jorma Eskelinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma, infrarakentaminen			
Työn tekijä Jorma Eskelinen			
Työn nimi Vaajasalo-Kuopio jäätie ja liikennevaikutukset			
Päiväys	5 Lokakuuta 2022	Sivumäärä/Liitteet	25
Toimeksiantaja Vaajasalon yksityistie/Tiekunta			
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli ensisijaisesti saada Vaajasalon tiekunnalle tutkittua ja laskettua jäätien liikennemäärien perusteella saatavat säästöt yhteiskunnallisesti. Tiekunta maksaa jäätien tekemisen ja ylläpidon urakoitsijalle ja näitä kuluja vastaan tiekunta saa avustusta Elinkeino- liikenne ja ympäristö keskukselta (Ely keskus) sekä Kuopion kaupungilta. On kuitenkin mahdollista, että tukien maksatuskriteerit tiukentuvat tulevaisuudessa, joten tämän opinnäytetyön laskelmilla voidaan esittää Vaajasalon jäätien rahallinen hyöty ja tarpeellisuus.</p> <p>Opinnäytetyössä käydään läpi myös veden hydrologiaa sen jäätyessä, sekä käsiteltiin jäätä ja jäätien prosessia sekä historiaa Vaajasalon jäätiestä.</p> <p>Opinnäytetyössä käydään katsaus myös Kanadan kaivoksille johtavasta maailman pisimmästä jäätiestä, sen läpi kulkevista kuljetusmääristä, sekä muutama tunnettu suomalainen jäätie.</p>			
Avainsanat Jäätie. Tiekunta.			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Management	
Author(s) Jorma Eskelinen	
Title of Thesis Vaajasalo-Kuopio ice road and traffic impact	
Date 5 October 2022	Pages/Appendices 25
Client Organisation /Partners Vaajasalos private road maintenance association	
<p>The purpose of this thesis was primarily to research and calculate societal savings based on traffic volumes from the Vaajasalo ice road for the Vaajasalo private road maintenance association. The Vaajasalo private road maintenance association pays the road contractor for the construction and maintenance of the ice road.</p> <p>Based on these expenses the Vaajasalo private road maintenance association gets allowance from the Economic Development, Transport and the Environment (ELY centre). There is a possibility that the criteria for the payment of subsidies will get tighter in the future, so the calculations of this thesis can show the societal savings and necessity of the Vaajasalo ice road.</p> <p>This thesis also discussed the water hydrology when it freezes and the ice road manufacturing process. In addition, the thesis reviewed the history of Vaajasalo ice road and some other well-known Finnish roads, as well as the world's longest ice road leading to Canadian mines.</p>	
Keywords Ice road. Private road maintenance association	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	JÄÄ	7
2.1	Jäätyminen.....	7
2.1.1	Järvet	7
2.1.2	Joet	8
2.2	Jääkannen ominaisuudet	8
2.2.1	Rakenne	8
2.2.2	Kantavuus.....	9
2.2.3	Railot.....	10
3	JÄÄTIE	11
3.1	Jäätien määritelmä.....	11
3.1.1	Jäätien valmistusprosessi	11
3.2	Jääteitä maailmalla	15
3.2.1	Kanada	15
3.2.2	Eurooppa	16
3.3	Jääteitä Suomessa	16
3.3.1	Hailuoto	16
3.3.2	Koli.....	17
3.3.3	Vaajasalon jäätie	17
3.3.4	Jääteiden muu käyttö	17
4	VAAJASALON JÄÄTIEN HISTORIA	18
4.1	Viittatie	18
4.2	Ylläpidetty jäätie	18
5	VAAJASALON JÄÄTIEN LIIKENNEVAIKUTUKSET	19
5.1	Liikennevirta	19
5.2	Vaajasalon jäätien hankearvio.....	19
5.2.1	Reittivaihtoehdot	19
5.2.2	Ajoneuvokustannukset	20
5.2.3	Matka-aikasäästön arvo	21
5.2.4	Jäätien kustannukset	23

5.2.5	Päästöt	23
5.2.6	Säästöjen ja kustannuksien vertailu	24
LÄHTEET	25

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on kertoa Vaajasalo-Kuopio jäätien historiasta, Jäästä ja sen vahvistamisesta, kantavuudesta ja milloin ja millä painoilla jäällä voidaan liikkua. Jäätien teosta ja kunnossapidosta.

Liikenteen vaikutuksista oikotienä Kortejoki-Kuopio väliselle liikenteelle ja tästä saataville kustannussäästöille. Vaajasalon tiekunta pystyy käyttämään opinnäytetyössä esitettyjä laskelmia avustuksien haussa tien tekemisestä ja kunnossapidosta syntyvien kustannusten kattamiseksi.

Opinnäytetyössä käsitellään myös jääteitä maailmalla todellisilla talvialueilla (Siperia, Kanada).

Muita kohteita, joita käytetään jäällä liikkumiseen, puunhankinta saaresta, kunnallistekniikan upotus jäältä käsin, rantojen ruoppaukset, liikunta (Finland Ice Marathon, moottoriurheilu, hiihto, leijalautailu, ulkoilu)

Tämän työn tuloksena syntyi kattaus lähialueemme suurimman liikennemäärän käsittävän jäätien historiasta, jäätien valmistamisesta, jäätiellä liikkumiseen, jäätien tekemisen ja kunnossapidon kustannuksien vertailuun, sekä jäätien käytöstä saatavat säästöt lyhyemmän tieyhteyden muodossa.

2 JÄÄ

2.1 Jäätyminen

2.1.1 Järvet

Jääpeitteen muodostuminen tapahtuu samantyyppisesti pääasiassa virtaavissa vesissä kuin seisovissa järvivesissä. (Leppäranta, Matti & al.: Hydrologian perusteet, 2016, s.105–110)

Jäätyminen alkaa tapahtua vasta kuin ilmanlämpötila on ollut pakkasella muutaman viikon, eli veden jäätymispisteen -0 °C alapuolella. Suolaisessa vedessä (esimerkiksi merivedessä) voi jäätymispiste laskea -4 °C asteeseen. Itämeren veden jäätymispiste suolaisuudesta riippuen on $-0,2... -0,8\text{ °C}$. Paineen lisäys voi myös alentaa jäätymispistettä. Jäätymisessä vapautuu huomattava määrä lämpöä, jonka huomaa hyvin kovalla pakkasella vettä jäälle nostaessa. (Kuva 1). (Jäätyminen Tieteen termipankki. 4.2.2020. Helsinki.)



Kuva 1 (Vesi höyryää pakkasella. Oma arkisto)

Ennen kuin vesi jäätyy, täytyy tapahtua vesikerroksien sekoittuminen, koska vesi on eri syvyyksissä erilämpöistä. Koko vesimassan täytyy jäähtyä 4 °C lämpöiseksi ja tämän jälkeen veden tulee jäähtyä vedenpinnalta 0 – asteiseksi. Tuuli yleensä pitää huolen, että vesikerrosmassat sekoittuvat talven saapuessa. Tuuli viivästyttää kuitenkin jäätymistä myös toisella tapaa; vesi jäätyy tyynellä kelillä helposti, mutta jäätyminen alkaessa syntyvä riite hajoo tuulella pirstaleiksi ja sekoittuu vesimassaan.

(Eklund, Anna: *Isläggning och islossning i svenska sjöar*. (sivulta *Is på sjöar och vattendrag*) Hydrologi, 1999, nro 81. Norrköping: Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. Artikkelin verkkoversio (PDF) Viitattu 15.2.2020. (ruotsiksi))

Jäätyminen alkaa usein järvien rannoilta, joissa tuulen aiheuttama aallokko on vähäistä. Hyydelauttoja voi havaita avovedelläkin esimerkiksi saarien katveessa tuulen alapuolella. Jäätyminen yhteydessä syntyvän latenttilämmön, jota muodostuu aineen olomuodon muutoksessa mutta aineen lämpötilan pysyessä vakiona tämän tulee pystyä säteilemään tai haihtumaan vedestä ylöspäin. Jää alkaa muodostua alijäähtyneessä vedessä lämpötilan ollessa noin 0,01...-0,1 astetta alle veden jäätympisteeseen. Tällöin kiintoainehiukkasista syntyy jäätymisseskuksia. Hiukkasen ympärille muodostuu 0,1–1 millimetrin halkaisijaltaan oleva jääkide, muodoltaan kide on neulamainen. Nämä neulamaiset pienet kiteet muodostavat veden pinnalle kerroksen, jota kutsutaan hyyteeksi. Hyyde tarttuu herkästi kiinni kiviin, roskeisiin, vesikasveihin ja toisiin kiteisiin, joista alkaa muodostua ohut lasia muistuttava jääkansi, jota kutsutaan riitteeksi. Riite alkaa paksuuntua pohjasta päin ja tätä lasimaista kirkasta jäätä kutsutaan teräsjääksi. Teräsjään muodostuminen on yleensä merkki pian umpeen jäätyvästä järvestä. Järven selillä, jossa tuuli pääsee hajottamaan hyydettä, voi muodostua jäätä harmaata koska kiteytyminen ei pääse syntymään rauhassa vaan hajoo aallokon voimasta kappaleiksi. Tällöin jään sisälle on jäänyt loukkuun ilmakuplia, jotka sameuttavat jään. (Leppäranta, Matti & al.: *Hydrologian perusteet*, 2016, s.133–136)

2.1.2 Joet

Joet jäätyvät myöhemmin kuin järvet. Tämän aiheuttaa virtaukset, jotka pitävät veden liikkeessä ja vedenpinnan levottomana samalla tavalla kuin aallokko järvellä. Joet samalla tapaa kuin järvet alkavat jäätymään rannoilta, jonne muodostuu ensin jääkansi, joka kasvaa kurkottaen joen uoman yli. Jääkansi paksuuntuu talven mittaan samalla tapaa kuin järvissä ja suuriin jokiin voi muodostua paksumkin jäät. (*Is på älvar smhi.sv*. 7.9.2017. Norrköping, Ruotsi: Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut)

2.2 Jääkannen ominaisuudet

2.2.1 Rakenne

Järviin ja jokiin muodostuvassa jääkannessa on kahta erilaista jäätyyppiä. Jääkannen alaosassa on teräsjäätä ja sen päälle on muodostunut kohvajää. Teräsjään syntyminen käytiinkin jo aikaisemmassa luvussa läpi. Kohvajää muodostuu, kun jään päälle on satanut tai tuulella kinostunut lunta joku kostuu vedestä ja jäätyy. Kohvajää pitää sisällään paljon ilmakuplia, jotka heikentävät jään lujuutta ja värjäävät jään vaaleanharmaaksi ja sameaksi. Yleensä jääkansi muodostuu aluksi kokonaan

teräsjäästä mutta talven aikana sen päälle muodostuu kohvajäätä keskimäärin 60 % koko jää vahvuudesta. (Leppäranta, Matti & al.: Hydrologian perusteet, 2016, s.105–110), (Leppäranta, Matti & al.: Hydrologian perusteet, 2016, s.133–136)

Jään tiheys on 910 kilogrammaa kuutiometriltä (kg/m^3) ja veden on $1\,000\text{ kg/m}^3$. Tämän tiheyseron eli keveytensä vuoksi jää kelluu veden pinnalla niin, että jäätä jää noin 10 % vedenpinnan yläpuolelle. Tilanne kuitenkin muuttuu, jos jään päälle sataa lunta. Vanhan lumen tiheys on 150–300 kg/m^3 , joten lunta tullessa enemmän painuu jääkannen yläreuna vedenpinnan alapuolelle, jolloin vesi pyrkii tunkeutumaan jään halkeamista ja rei'istä ylös lumen joukkoon. Lumensekainen vesi jäätyy jääkannen pinnalle lisäten sen paksuutta. Tätä rei'ittämistä käytetään jäätien teossa hyödyksi ohuen jään ja lähellä $0\text{ }^\circ\text{C}$ olevan lämpötilan aikana; lumen paino alkaa nostaa vettä jään päälle ja veden lisätessä painoa mahdollisesti koko lumipeite kastuu ja jäätyy. (Leppäranta, Matti & al.: Hydrologian perusteet, 2016, s.105–110)

2.2.2 Kantavuus

Jään kantavuus voidaan suorittaa laskemalla se jään paksuudesta. Helpoin tapa tähän on kaava $\text{paksuus cm} \times \text{paksuus cm} \times 5$. Tällä kaavalla saadaan 5 cm paksun jään kantavuudeksi $5\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 5 = 125\text{ kg}$. 20 cm jää kantaa henkilöauton $20\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 5 = 2000\text{ kg}$. Nämä laskukaavat pätevät kuitenkin vain teräsjäähen. Kohvajään kantavuus saadaan, kun otetaan kohvajään paksuudesta vain puolet huomioon: 20 cm kohvajäätä $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 5 = 500\text{ kg}$. Suomen järvissä yleisin jäämuoto on sekajää, koska järviin muodostuu normaalioloissa molempia jäätyyppejä: 14 cm teräsjäätä ja 6 cm kohvajäätä otetaan puolet kohvajäädä mukaan laskuun $14\text{ cm} + 3\text{ cm} = 17\text{ cm}$. $17\text{ cm} \times 17\text{ cm} \times 5 = 1445\text{ kg}$. On olemassa myös valmiita jäänkantavuus taulukoita, (Kuva 2) mutta näissä mennään yleensä karkealla jaotuksella. Halkeamien seurauksena jään kantavuus heikkenee, vaikka halkeamat eivät ulotu jääkerroksen läpi asti. Halkeaman reunalla jään kantavuus on vain puolet. Risteävät halkeamat ovat kaikkein petollisimmat, koska risteyskohdassa kantavuus heikkenee neljäsosaan ehjän jään kantavuudesta. On myös erittäin tärkeä muistaa, että kaksi eri jääkerrosta, joissa on joko ilma tai jäätymätön vesi välissä, ovat vaaran paikkoja. Näissä tilanteissa ei voida laskea jääkerroksien paksuuksia yhteen, vaan ainoastaan paksumpi jääkerros voidaan huomioida jään teholliseen kantavuuteen. Kokemukseni perusteella tämä on yleisin syy koneiden uppoamiseen jäällä sen hankalan havaitsemisen vuoksi.

Jään tehollinen paksuus	Ajoneuvoyhdistelmän massa
≈ teräsjää + ½ kohvajään paksuus	suurin sallittu
20 cm	2,0 tonnia
25 cm	3,0 tonnia
30 cm	4,5 tonnia
40 cm	7,0 tonnia
50 cm	12,0 tonnia
60 cm	17,0 tonnia
70 cm	23,0 tonnia
80 cm	31,0 tonnia
90 cm	39,0 tonnia
100 cm	48,0 tonnia
105 cm	60,0 tonnia

Kuva 2 (<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ajoneuvolla-jaalle>)

2.2.3 Railot

Suurille järven selille syntyy säännöllisesti jäärailoja ja yleensä ne syntyvät samoille kohti järven selkää. Railot voivat syntyä joko tuulen tai vedenvirtauksen vaikutuksesta, mutta yleisin railon synnyn syy on lämpötilan vaihtelu. (Kuva 3). Lämpötilan vaihtelun voimat voivat olla todella suuret. Esimerkiksi kilometrin mittainen ja lumeton jääkansi lyhenee 20 °C kylmenemisen vuoksi noin metrin verran. Jääkansi ei kestä näin suurta vetoa, vaan jääkanteen syntyy repeämä eli railo. Jos pakkasen jälkeen tulee nopeasti leuto lämpöjakso ja jäällä ei ole lunta niin tällöin jää turpoaa ja jääkansi työntyy rantoihin tai railon kohdalla jäät nousevat harjanteeksi tai menevät toistensa päälle.

(Laskettu lämpölaajenemisen kaavalla ja jään lämpölaajenemiskertoimella 50 • 10⁻⁶, MAOL, Otava, s. 77).



Kuva 3 (Railo. Oma arkisto)

3 JÄÄTIE

3.1 Jäätien määritelmä

Jäätie on talveksi vesistön kuten järven, joen tai meren jäälle avattu tieura. Tien tarkoituksena on lyhentää ja nopeuttaa kuljettua matkaa. Yleensä jääteillä korvataan lautta- ja lossireittejä ja samalla toimivat oikoreittinä kuten Vaajasalon jäätie toimii.

Suomessa normaalina talvena jäätiet ovat yleensä avoinna joulukuusta maaliskuun loppuun. Jäätien vaatiman jään paksuuden minimivahvuus on yleensä 20 senttimetriä tai enemmän. Jääteillä liikuttaessa ovat voimassa samat liikennesäännöt kuin muussa tieliikenteessä. Jäätielle asetetaan nopeusrajoitus 30–50 km/h koska jään alla tapahtuva aaltoliike rikkoo jäätä ja muodostaa halkeamia. Nopeusrajoitusten noudattaminen on äärimmäisen tärkeä asia turvallisuuden kannalta. Myös painorajoitukset asetetaan perustuen jään kantavuuslaskelmiin ja painorajoitusta nostetaan jääkannen vahvistuessa.

3.1.1 Jäätien valmistusprosessi

Jäätien tekeminen aloitetaan ennen kuin hyyteet alkavat tarttua kiinni tiepohjan rantoihin: laineiden muodostamat kasaantumukset tielinjan rannoista käydään tasoittamassa, jotta rantaviivasta saadaan mahdollisimman tasainen luiska jäälle. Kun jääkansi on muodostunut riittävän vahvaksi liikkua kävelen jäällä (> 5 cm) jäätien linja merkitään viitoittamalla. Vaajasalon jäätie on leveydeltään 25-30 metriä. Yleensä jääkansi saa lumen peittämän kerroksen päällensä ja tämä hidastaa jään muodostumista. Jään vahvuuden ollessa 5-10 cm paras ja nopein tapa jään vahvistamiseksi on puhkoa olemassa oleva jää reikiä täyteen koko tielinjan leveydeltä. (Kuva 4). Reikiä pyritään tekemään noin 4 metrin välein, joka tarkoittaa yhteensä noin 8500 reikää, kun koko 4,2 kilometrin pituinen jäätien linja puhkotaan jään vahvistamiseksi. Näin jään päälle saadaan nousemaan riittävän nopeasti vettä, eikä pakkanen ja viima pääse jäätämään reikiä umpeen. (Kuva 5)

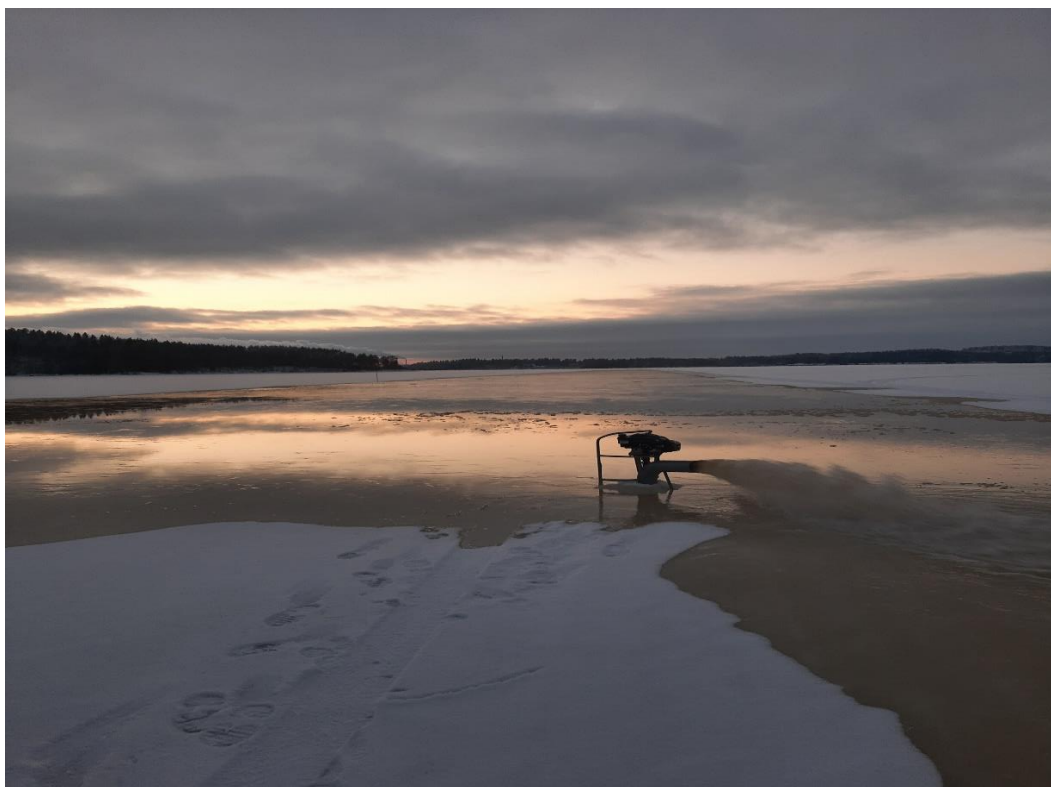


Kuva 4 (Jäätien pohjalle reikiä 12.12 2021. oma arkisto)



Kuva 5 (Tulos 10 h reikien teon jälkeen. oma arkisto)

Jääkannen vahvistuessa (>-- 10 cm) päästään jälle töihin vesityspumpuilla, (Kuva 6) moottorikelkoilla ja mönkijöillä. Nyt vaihtoehtoja jään vahvistamiseen on jo useampia; Mönkijäkalustolla voidaan ryhtyä pitämään tielinjaa puhtaana joko auraamalla (Kuva 7) tai mönkijän edessä olevalla linkolla linkoamalla, jolloin pakkanen pääsee suoraan yhteyteen jäähän. Tielinjan jäädyttäminen on yleensä nopein tapa saada jäätä kehittymään lisää, jos jään päällä on lunta, se tiivistetään jyrällä mahdollisimman tiiviiksi. Jyrätty lumikerros helpottaa veden pumppausta ja näin myös kohvajään osuus pienenee. Jäädyttämällä tehty tielinja nousee muuta jäätä korkeammalle ja tämä edesauttaa, että jäätien sivulta tuleva vesi ei pääse nousemaan tielle. Jääkannen päälle noussut vesi ja lumi täytyy sotkea kelmalla ja jyrällä sohjoksi, eikä tässä tilanteessa vettä voi pumpata lisää ennen sohjon jäätymistä.



Kuva 6 (vettä jäälle illan kajossa. oma arkisto)



Kuva 7 (mönkijällä aurausta honkalahdessa. oma arkisto)

Jääkannen vahvistuessa (-->20 cm) päästään jäälle jo traktorilla hoitamaan puhtaanapitoa. (Kuva 8) Tarvittaessa traktoripumpulla saadaan vettä jäälle nopeammin, kuin polttomoottoripumpuilla. Traktorilla jäälle siirtyessä täytyy olla äärimmäisen huolellinen jään tutkimisen kanssa, eikä jäässä saa olla kohtia, joissa vesi on jääkerroksien välissä. Jos tämä jää huomioimatta, on luvassa yleensä varma nostotalkoiden aloitustapahtuma.



Kuva 8 (Naatiskelua joulupäivänä 2021, -25 °c oma arkisto)

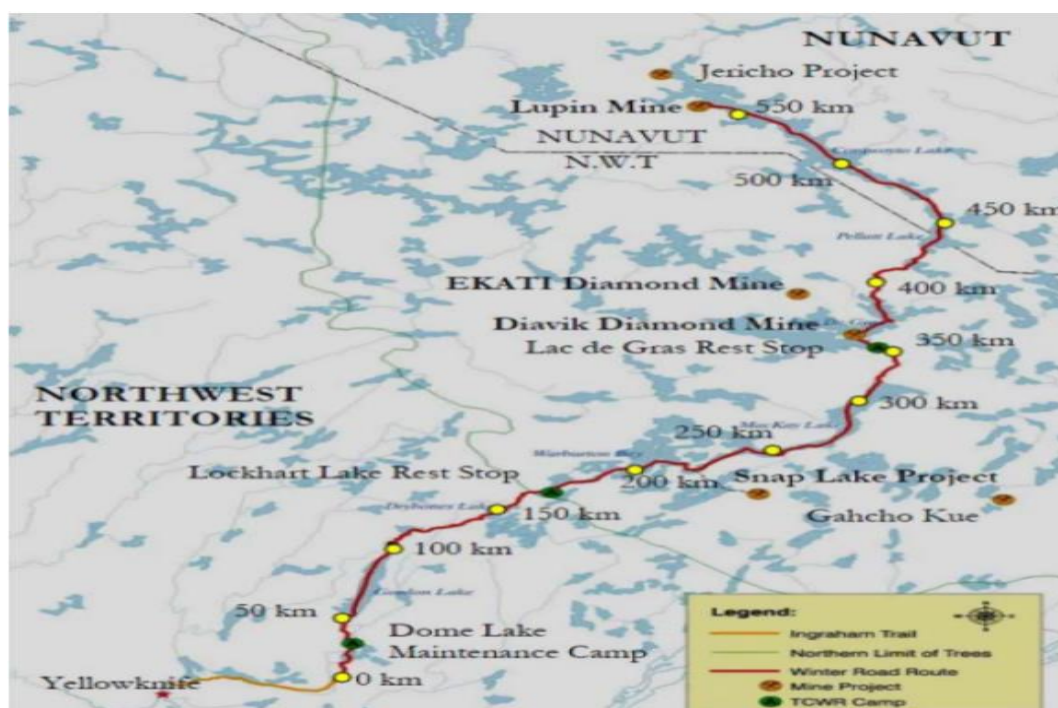
Näillä edellä mainituilla työmenetelmillä jatketaan tien tekoa, kunnes vaadittava jäänpaksuus saavutetaan. Vaajasalon jäätien vaatimukset avaamiselle ovat seuraavat: jään vahvuus 30 cm ja kantavuus 4,5 tonnia. Tarvittavat liikennemerkit asetetaan ja tie voidaan avata liikenteelle. Tämän jälkeen kunnossapitoa jatketaan linkoamalla/auraamalla lunta pois tiealueelta aivan normaalin tiekunnossapidon tapaan. Kevään saapuessa ja ilman lämmitessä alkaa väijäämättä tulla jäätiekausi päätökseen; yleensä kun lämpötila on ollut kolme vuorokautta yhtä mittaa +0 °c yläpuolella tiepohja sohjoutuu ja urautuu niin pahasti, että tie suljetaan liikenteeltä.

3.2 Jätteitä maailmalla

3.2.1 Kanada

Kanadassa oli maailman pisin jäätie kaivosyhtiöiden yhteenliittymänä rakentama yksityinen tie, joka alkaa Tibbett-järveltä ja päättyy Ingrahamin valtatielle Contwoyto-järven rantaan, tienpäässä viimeinen kaivos oli Jerichon timanttikaivos, joka on suljettu vuonna 2008. Tie palveli yhteensä seitsemää kaivosta, matkaa tälle jäätielle kertyy kunnioitettavat 568 km. Jäätiestä järven jäällä kulkee n 85 % matkasta ja tie käy maalla yhteensä 64 kertaa. (Kuva 9)

<https://jvtcwinterroad.ca/>



Kuva 9 Kuva Reitistä

(<https://www.cbc.ca/news/canada/north/tibbitt-contwoyto-winter-road-20-annivesary-1.4998131>)

Jäätie oli yleensä auki 8–10 viikkoa vuodesta. Liikennöinti päästiin aloittamaan tammikuun loppupuolella tai heti helmikuun alussa, vilkkain liikennöinti vuosi oli 2007 jolloin tie oli auki juhlliset 11vk ja tänä aikana rahtia kulki jäätietä pitkin 330 tuhatta tonnia, joka tarkoitti 10922kpl rekka-autoja. (Kuva 10)

	Aloitus	Lopetus	Tonnia		Rekkoja
2000	January 29	April 3	111,090	n/a	3,703
2001	February 1	April 13	245,586	~March 3	7,981
2002	January 26	April 16	256,915	February 22	7,735
2003	February 1	April 2	198,818	February 21	5,243
2004	January 28	March 31	179,144	February 23	5,091
2005	January 26	April 5	252,533	February 20	7,607
2006	February 4	March 26	177,674	not reached	6,841
2007	January 27	April 9	330,002	February 26	10,922
2008	January 29	April 7	245,585	February 15	7,484
2009	February 1	March 25	173,195	February 15	5,377
2010	February 4	March 24	120,020	TBA	3,508
2011	January 28	March 31	239,000	February 17	6,832
2012	February 1	March 28	210,188	March 1	6,551
2013	January 30	March 31	223,206	February 14	6,017
2014	January 30	April 1	243,928	TBA	7,069
2015	January 30	March 31	305,215	TBA	8,915
2016	February 9	Open 47 Days	262,261	TBA	8,766
2017	February 1	March 29	279,484	TBA	8,241
2018	February 1	Open 58 Days	303,725	TBA	8,209
2019	February 1	March 31	257,176	TBA	7,489
2020	January 31	April 8	230,497	TBA	7,072
2021	February 8	April 6	TBA	TBA	5,700 - 6,100 Expected
2022	January 31	March 31 (planned)	TBA	TBA	7,800 Expected

Kuva 10 Rahtimäärät eri vuosina

https://en.wikipedia.org/wiki/Tibbitt_to_Contwoyto_Winter_Road#Secondary_route

3.2.2 Eurooppa

Euroopan pisin jäätie löytyy virosta. Jäätie alkaa mantereella sijaitsevasta Rohukülasta ja nousee maihin Hiidenmaalla sijaitsevassa Heltermaassa. Jäätien pituus on 24–27 km, riippuen jääolosuhteista ja sen tuomasta reittivaihtoehdosta.

(<https://www.visitestonia.com/fi/miksi-juuri-viro/jaatie-hyva-viron-talven-tavaramerkki>)

3.3 Jääteitä Suomessa

3.3.1 Hailuoto

Suomen pisin ja varmasti tunnetuin jäätie sijaitsee Perämerellä, Hailuoto kuuluu Pohjois- pohjanmaahan. Normaalisti Oulunsalon ja Hailuodon välissä liikennöivät autolautat mutta kun jään vahvuus ylittää 40 cm niin 10 km pituinen jäätie avataan.

(<https://tamamatka.fi/jaatie-hailuotoon-suomen-ysin-jaatie/>)

3.3.2 Koli

Kolin ja Lieksan vuonnislahden välillä on Euroopan pisin sisävesien jäätie, joka on 7 km mittainen. Kyseinen jäätie lyhentää Kolin kylän ja Lieksan välimatkaa n 50 km. Kolin jäätie on yksi Väylä-viraston ylläpitämistä jääteistä. Parhaimpina päivinä kolin jäätiellä on mitattu 500 käyttäjää vuorokauden aikana.

(<https://www.koli.fi/fi/Harrasta/Talvikausi/Jaatie>)

3.3.3 Vaajasalon jäätie

Kortejoen ja Kuopion Honkalahden välinen jäätie koostuu kolmesta eri osasta. Korttesalmen lossi si-
vutetaan Sikoniemi - Vaajasalo 0,3 km pituisella jääosuudella. Vaajasalosta Kuopioon ensin Jouten-
lahti - Vihtakanta 1,5 km ja Vihtakanta – Honkalahti 2,4 km pituiset jää osuudet. Jäätie lyhentää
Kortejoelta matkaa Kuopioon 20 km. Liikenteenlaskenta on viimeksi suoritettu 2016 vuonna ja huip-
pupäivinä autoliikenne oli melkein 1500 ajoneuvoa vuorokaudessa. Vaajasalon jäätietä pitää yllä
Vaajasalon tiekunta ja tie avataan liikenteelle painorajoituksin, kun jäänvahvuus on 30 cm.

3.3.4 Jääteiden muu käyttö

Jääteitä voidaan käyttää moneen muuhunkin tarkoitukseen kuin lyhentää ja nopeuttaa matkaa. Suomi on tuhansien järvienmaa, jotenka meillä on paljon mökkejä saarissa, joihin ei ole pysyvää tie-
yhteyttä tai lauttaa, jotenkin nämä mökit, infra ja pihapiirit täytyvät rakentaa ja yksi vaihtoehto ra-
kentamisen liikenteelle on tehdä jäätie.

Vaikka saarista hakataan puuta yleensä sulan veden aikaan, niin on myös järviä, joista ei ole yh-
teyttä suurimpiin vesistöihin tai laivareiteille mitä pitkin puuta voitaisiin kuljettaa, näihin saariin teh-
dään yhteys talvisin jäätä pitkin. Saari hakkuissa, jossa puuta kuljetetaan metsäkoneilla mantere-
eseen, jään minimi vahvuutena käytetään 90 cm teräsjäätä, jonka kantavuus on 40500 kg.

Kunnallistekniikan rakentaminen jäältä käsin onnistuu myös hyvästi. 2017–2018 talvena Oravikos-
kelta- Leppävirralle jäädytettiin 10,5 km pitkä jäätie kunnallistekniikan järveen upotusta varten, Koh-
teeseen tehtiin 65 cm paksuinen jää, jonka jälkeen putket vedettiin suoraksi jäätielle, traktorilla
jossa oli lieriömäinen jyrsin jyrsi 50 cm leveän railon jäähän josta pienellä kaivinkoneella painotetut
putket pudotettiin järveen.

Liikuntaa harrastetaan kauniina keväisinä päivinä järven jäällä Kuopiossakin todella runsain joukoin.
Matkustajasatamassa sijaitseva luistelurata on tyyneenä päivänä täynnä luistelijoita, samoin vaajasa-
lon jäätiellä voi nähdä satoja ulkoilijoita nauttimassa auringonpaisteesta. Hiihtäjille kunnostetaan
jäälataja ympäri Kaupunkia. Kun vuorossa on tuulinen keli niin silloin jäälle tuiskuun saapuvat leija-
lautailijat, tämä harrastus on viime vuosina lisääntynyt huomattavasti.

Moottoriurheilua harrastetaan jäällä ja erilaisia jääratkisoja on talvisin tarjolla moneen makuun
jokamiesluokkaa, autojen- ja moottoripyörien jäärata-ajot

4 VAAJASALON JÄÄTIEN HISTORIA

4.1 Viittatie

1900 - luvun alkupuolella on kulkenut viittatie talvisin Riistaveden Vartialasta Vaajasalon kautta Kuopion honkalahteen, jolla on päästy oikaisemaan matkaa huomattavasti ja säästämään matka - aikaa. Kallansiltojen kohdalle valmistui 1900 luvun alussa Savon radan rautatie, mutta autotie valmistui vasta vuonna 1932. Tästä johtuen lossiyhteydet olivat Jännevirrassa, sekä Toivalan ja Kuopion välillä. Viittatie oli nimensä mukaan viitoin merkattu tieosuus metsässä ja järvenjäällä, joka syntyi hevoshiikenteen polkemaana polanteiseksi tieuraksi. Viittatien historia Vaajasalon osalta päättyi 1963. (Vaajasalo saari Kuopion kuppeessa Jukka Tiainen 2018)

4.2 Ylläpidetty jäätie

1963 helmikuun 26pv perustettiin Vaajasalon tiehoitokunta, jonka yhdeksi tehtäväksi annettiin talvien hoitaminen Kortejoen ja Kuopion välille. Kokouksessa oli läsnä 27 henkilöä ja nämä lahjoittivat 120 markkaa tiehoitokunnalle talviaurauksen pääomaksi. Kohta 60 vuotta täyttävää jäätielinjausta on tästä pidetystä kokouksesta edespäin joka talvi pidetty koneellisesti liikennöinti kunnossa. Historian lyhyin jäätiekausi oli 2019 jolloin talvi oli todella leuto ja jäät olivat huonot. Tällöin jäätie ei ollut auki kuin noin 2 viikkoa. (Vaajasalo saari Kuopion kuppeessa Jukka Tiainen 2018)

5 VAAJASALON JÄÄTIEN LIIKENNEVAIKUTUKSET

5.1 Liikennevirta

Vaajasalon jäätien liikennelaskenta on suoritettu 5.2-11.2.2016. Laskennan on suorittanut Sito Oy ja laskenta tehtiin mikroaaltolaskimella. Laskenta alkoi viikolla 5 (pe-su), sekä viikon 6 arkipäiviltä (ma-to) Tilaajana toimi Vaajasalon tiekuntaa edustanut Tieisännöitsijä Jouko Ruotsalainen. Laskenta sattui huonoon aikaan koska sunnuntaina alkanut voimakas lämpötilan nousu ja vesisade heikensivät jäätien kuntoa sekä romahdutti liikennemäärät. Tätä myös raportin laatija pyytää huomioimaan raporttia analysoitaessa. Taulukon keskiarvoksi saadaan vain 824 ajoneuvoa vuorokaudessa, joka ei vastaa todellisuutta. Käytän laskelmissa arvoa 1200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Käyttöajaksi laskennassa 2 kk = 60vrk

Vaajasalon jäätien liikenteenlaskennat 2016

pe 5.2	la 6.2	su 7.2	ma 8.2	ti 9.2	ke 10.2	to 11.2
1336	1227	930	727	618	520	411

5.2 Vaajasalon jäätien hankearvio

Käytän laskelmissa Väyläviraston tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvoja, joita käytetään ensisijaisesti valtion maantie ja rautatie investointien hankearvioinnissa. Yksikköarvoja voi käyttää myös muissa tie- ja rautatieliikenteen vaikutusten arvioinneissa. Arvot ovat astuneet voimaan 1.12.2020, ja päivitetty 1.4.2022.

(https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-40_tie-rautatieliikenteen_yksikkoarvot_web.pdf)

5.2.1 Reittivaihtoehdot

Ve1 Kortejoki-Kuopion keskusta (maantie) 28,3 km keskituntinopeus 78 km/h

Ve2 kortejoki-Kuopion keskusta (Jäätie) 9,8 km keskituntinopeus 45 km/h (Kuva 11)



Kuva 11

5.2.2 Ajoneuvokustannukset

Moottoriajoneuvon kustannuksia ovat käyttökustannukset sekä pääomakustannukset. Ajoneuvojen käyttökustannuksia ovat polttoaine-, korjaus, huolto, voiteluaine ja rengaskustannukset. Pääomakustannuksia ovat poisto ja korkokustannukset. Pääomakustannuksia ei lasketa henkilö ja pakettiautojen kustannuksiin, vain pelkät käyttökustannukset. (Kuva12)

(https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-40_tie-rautatieliikenteen_yksikkoarvot_web.pdf)

Taulukko 1. Kevyen ajoneuvon ajoneuvokustannukset 2018.

Kevyt ajoneuvo, snt/km	Polttoainekustannus	Muut käyttökustannukset	Yhteensä
Veroton			
Henkilöauto	2,82	3,91	6,73
Pakettiauto	4,31	6,38	10,69
Painotettu (Ha 88 % / Pa 12 %)	3,00	4,21	7,21
Veron määrä (polttoaineiden verot ja arvonlisävero)			
Henkilöauto	5,17	0,89	6,06
Pakettiauto	6,73	1,38	8,11
Painotettu (Ha 88 % / Pa 12 %)	5,36	0,95	6,31
Verollinen			
Henkilöauto	7,99	4,85	12,80
Pakettiauto	11,04	7,91	18,79
Painotettu (Ha 88 % / Pa 12 %)	8,36	5,16	13,52

Kuva 12 Ajoneuvokustannus taulukko

(https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-40_tie-rautatieliikenteen_yksikkoarvot_web.pdf)

Ajoneuvokustannuslaskelma

Ve1 Kortejoki – Keskusta (maantie) 28,3 km

Henkilöauto/pakettiauto

$28,3 \text{ km} * 13,52 \text{ snt/km} * 60 \text{ vrk} * 1200 \text{ ajon/vrk} = 275483,52 \text{ €}$

Ve2 Kortejoki – keskusta (jäätie) 9,8 km

Henkilöauto/pakettiauto

$9,8 \text{ km} * 13,52 \text{ snt/km} * 60 \text{ vrk} * 1200 \text{ ajon/vrk} = 95397,12 \text{ €}$

Ajoneuvokustannus erotukseksi saadaan $275483,52 \text{ €} - 95397,12 \text{ €} = 162086,4 \text{ €}$

Ve2 Kortejoki – keskusta (jäätie) saadaan ajoneuvokustannus säästöä 162086,4 € talvikauden aikana.

5.2.3 Matka-aikasäästön arvo

Matka-aikasäästön arvo perustuu Lyhyemmässä ajassa suoritettuun matkaan jonka aika hyöty voidaan käyttää hyödyksi työskentelyyn, asiointiin tai vapaa-aikaan. Matka -aikasäästön yksikköarvot määritellään kolmelle matkantarkoitukseen ryhmälle. (Kuva 13)

1. Työasiamatkat
2. Työ- ja koulutusmatkat
3. Muut vapaa-ajan matkat

Tämän lisäksi määritellään ajan arvo kuljetetulle tavaralle. Aikasäästön perusarvo (euroa/henkilötunti) määritetään työajan arvon kautta. Työajan arvo perustuu keskimääräisiin palkkakustannuksiin sivukuluineen. Muiden matkantarkoitusr ryhmien matka-aikasäästön arvot johdetaan työajan arvosta suhdeluvuilla, jotka perustuvat ruotsalaiseen empiriaan. Taulukossa esitetään jokaiselle matka-aikasäästön yksikköarvo tyyppiajoneuvon ja matkan tarkoituksen mukaan eriteltynä sekä keskiarvona.

(https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-40_tie-rautatieliikenteen_yksikkoarvot_web.pdf)

Taulukko 5. Kevyen ajoneuvon matka-aikasäästön arvo 2018.

Ajo- neuvo	Arvon peruste	Kuorma hlö/auto	Euroa/ tunti/ hlö	Euroa/ tunti /auto
Henkilö- auto	Työasiamatka (5,4 %)	1,07	24,60	26,36
	Työ- tai koulutusmatka (18,1 %)	1,10	7,92	8,64
	Muu vapaa-ajan matka (76,5 %)	1,45	5,37	7,73
	Kaikki matkat	1,34	6,88	9,20
Paketti- auto	Työasiamatka (35,0 %)	1,50	22,87	34,31
	Työ- tai koulutusmatka (30,0 %)	1,60	7,92	12,68
	Muu vapaa-ajan matka (35,0 %)	1,90	5,75	10,21
	Kaikki matkat	1,67	12,26	20,48
Kevyt ajo- neuvo*	Työasiamatka (9,0 %)	1,12	24,39	27,39
	Työ- tai koulutusmatka (19,5 %)	1,15	7,92	9,13
	Muu vapaa-ajan matka (71,5 %)	1,49	5,37	8,03
	Kaikki matkat	1,38	7,58	10,44

*Henkilöautojen suoriteosuus 88 % ja pakettiautojen suoriteosuus 12 %.

Kuva 13 Matka-aika kustannus taulukko

(https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-40_tie-rautatieliikenteen_yksikkoarvot_web.pdf)

Aikakustannus säästölaskelma

Lasketaan kaavalla $V=S/T$

V =Keskinopeus

S =Tien pituus

T =Aika

Aikakustannukset: Lasketaan aika ($t=s/v$) ja edelleen kustannukset jäätie kaudessa, joka kuluu kevyillä ajoneuvoilta tien ajamiseen: (tien pituus/keskinopeus) * vrk * ajon/vrk * aikakustannukset

Ve1 Kortejoki – Keskusta(maantie) 28,3 km

Henkilö/pakettiauto

(28,3 km/78 km/h) *60vrk*1200ajon/vrk*10,44 €/h = 272724,92 €

Ve2 Kortejoki – keskusta (jäätie) 9,8 km

Henkilö/pakettiauto

(9,8 km/45 km/h) *60vrk*1200ajon/vrk*10,44 €/h = 163699,20 €

Aikakustannus erotukseksi saadaan 272724,92 € - 163699,20 € = 109025,75 €

Ve2 Kortejoki – keskusta (jäätie) saadaan aikakustannus säästöä 109025,75 € talvikauden aikana.

5.2.4 Jäätien kustannukset

Jäätien kustannukset muodostuvat urakkasopimuksessa sovituista menoista. Viime vuosina on käytetty sopimusta, jossa jäätien alkutyöt ovat olleet tuntiveloituksella ja kun tie on saatu käyttöön ja avattua niin kunnossapidosta on ollut urakkasopimus. Jäätien alkutyöt ovat joka vuosi erilaiset ja erisuuruiset, joten tämä malli on todettu tasapuoliseksi niin urakoitsijalle kuin tiekunnalle.

Kaaviossa toteutuneet kustannukset viimeiseltä neljältä vuodelta

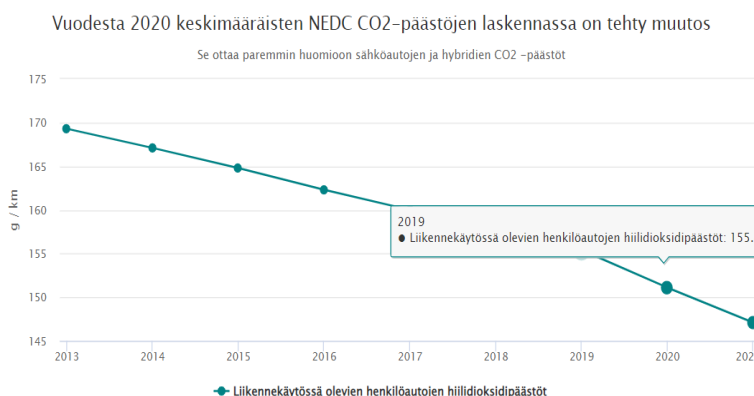
Talvi 2018–2019	17511,46 €
Talvi 2019–2020	7423,80 €
Talvi 2020–2021	19815,00 €
Talvi 2021–2022	19424,50 €

5.2.5 Päästöt

Liikennekäytössä olevien henkilöautojen keskimääräinen CO₂-päästö oli vuoden 2021 lopussa 147,1 g/km, kun se oli vuoden 2020 lopussa 151,1 g/km ja vuoden 2019 lopussa 155,4 g/km. Vuodesta 2020 on tehty laskentatavan muutos, joka ottaa paremmin huomioon sähköautojen ja ladattavien hybridien hiilidioksidipäästöt. (Kuva 14)

(<https://liikennefakta.fi/fi/ymparisto/henkiloautot/hiilidioksidipaastot>)

Liikennekäytössä olevien henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt Suomessa (NEDC)



Kuva 14 Keskimääräiset hiilidioksidipäästöt

(<https://liikennefakta.fi/fi/ymparisto/henkiloautot/hiilidioksidipaastot>)

Hiilidioksidi Päästöjen määrä

Käyttäen vuoden 2021 lopussa olevaa hiilidioksidi päästöt co2 lukemaa 147,1 g/km

saadaan laskettua päästöjen erotus molemmille kulkuvaihtoehdoille

Ve1 Kortejoki-Keskusta 28,3 km

$147,1 \text{ g/km} * 28,3 \text{ km} * 1200 \text{ ajon/vrk} * 60 \text{ vrk} = 299730,96 \text{ g co2}$

Ve2 Kortejoki-keskusta (jäätie) 9,8 km

$147,1 \text{ g/km} * 9,8 \text{ km} * 1200 \text{ ajon/vrk} * 60 \text{ vrk} = 103793,76 \text{ g co2}$

Hiilidioksidi päästöt ovat Ve2 reittiä pitkin n 65 % pienemmät kuin Ve1

5.2.6 Säästöjen ja kustannuksien vertailu

Lasketaan ajoneuvo kustannus säästö 162086,4 € ja aika kustannus säästö 109025,75 € yhteen ja vähennetään näistä kunnossapito kulut, joita on hyvä suurentaa kustannustason nousun vuoksi 15 %

$19424,50 \text{ €} * 15 \% = 22338,18 \text{ €}$

Ajoneuvo kustannus säästö	162086,4 €
Aika kustannus säästö	109025,75 €
Kunnossapito kustannukset	-22338,18 €
Säästöt yhteensä	248773,97 €

Rahallista Säästöä kertyy vaajasalon jäätietä kulkiessa 248773,97 € sekä hiilidioksidi päästöt pienenevät 65 %

Vaajasalon jäätie on myös ulkoilukohteena kaupunkilaisille erittäin suosittu, keväisenä päivänä jäätieellä on satoja kävelijöitä ulkoilemassa ja nauttimassa Kallaveden tarjoamista talvisista maisemista.

LÄHTEET

Leppäranta, Matti & al.: Hydrologian perusteet, 2016, s.105–110

Jäätyminen Tieteen termipankki. 4.2.2020. Helsinki.

Eklund, Anna: Isläggning och islossning i svenska sjöar. (sivulta Is på sjöar och vattendrag) Hydrologi, 1999, nro 81. Norrköping: Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. Artikkelin verkkoversio (PDF) Viitattu 15.2.2020. (ruotsiksi)

Leppäranta, Matti & al.: Hydrologian perusteet, 2016, s.133–136

Is på älvar smhi.sv. 7.9.2017. Norrköping, Ruotsi: Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut

Leppäranta, Matti & al.: Hydrologian perusteet, 2016, s.105–110), (Leppäranta, Matti & al.: Hydrologian perusteet, 2016, s.133–136

Leppäranta, Matti & al.: Hydrologian perusteet, 2016, s.105–110

Laskettu lämpölaajenemisen kaavalla ja jään lämpölaajenemiskertoimella 50 • 10⁻⁶, MAOL, Otava, s. 77

<https://jvtcwinterroad.ca/>

<https://www.cbc.ca/news/canada/north/tibbitt-contwoyto-winter-road-20-annivesary-1.4998131>

https://en.wikipedia.org/wiki/Tibbitt_to_Contwoyto_Winter_Road#Secondary_route

<https://www.visitestonia.com/fi/miksi-juuri-viro/jaatie-hyva-viron-talven-tavaramerkki>

<https://tamamatka.fi/jaatie-hailuotoon-suomen-pisin-jaatie/>

(<https://www.koli.fi/fi/Harrasta/Talvikausi/Jaatie4>

Vaajasalo. Saari Kuopion kuppeessa Jukka Tiainen 2018

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-40_tie-rautatielikenteen_yksikkoarvot_web.pdf

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-40_tie-rautatielikenteen_yksikkoarvot_web.pdf

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-40_tie-rautatielikenteen_yksikkoarvot_web.pdf

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-40_tie-rautatielikenteen_yksikkoarvot_web.pdf

<https://liikennefakta.fi/fi/ymparisto/henkiloautot/hiilidioksidipaastot>

<https://liikennefakta.fi/fi/ymparisto/henkiloautot/hiilidioksidipaastot>