



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

JOKIEN SUPPOJÄÄONGELMAT JA HYYDÖN TORJUNTA

Jussi Keränen

Ympäristötekniikka

Kandidaatintyö

Helmikuu 2019



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

JOKIEN SUPPOJÄÄONGELMAT JA HYYDÖN TORJUNTA

Jussi Keränen

Ohjaajat: Anna-Kaisa Ronkanen

Riku Eskelinen

Ympäristötekniikka

Kandidaatintyö

Helmikuu 2019

TIIVISTELMÄ

OPINNÄYTETYÖSTÄ Oulun yliopisto Teknillinen tiedekunta

Koulutusohjelma (kandidaatintyö, diplomityö) Ympäristötekniikan koulutusohjelma		Pääaineopinnojen ala (lisensiaatintyö)	
Tekijä Keränen, Jussi		Työn ohjaaja yliopistolla Ronkanen A-K, yliopistonlehtori	
Työn nimi Jokien suppojääongelmat ja hyydön torjunta			
Opintosuunta Vesi- ja yhdyskuntatekniikka	Työn laji Kandidaatintyö	Aika Helmikuu 2019	Sivumäärä 21
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän tekniikan kandidaatin tutkintoon liittyvän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää mitä suppojää on ja miten sitä muodostuu jokiuomissa. Lisäksi tavoitteena oli selvittää suppojään aiheuttamia ongelmia ja keinoja hyydöntorjuntaan. Tehtävänä oli myös taulukoida suppojääpatojen esiintymisiä raporteista Pohjois-Savon alueella, jotta nämä tiedot voitiin siirtää sähköiseen tietokantaan. Tehtävän antoi Pohjois-Savon ELY-keskus. Työssä käydään ensiksi läpi mitä suppojää on ja kerrotaan suppojään muodostumisen mekanismista ja tekijöistä, jotka vaikuttavat suppojään muodostumiseen. Työssä selvitetään myös suppojään aiheuttamat ongelmat tarkastellen ensiksi suppojään vaikutuksia luonnossa ja sitten sen vaikutuksia ihmisten, vesilaitosten ja vesivoimaloiden kannalta. Työssä esitetään myös erilaisia yleisesti hyydöntorjuntaan käytettäviä keinoja, niiden toimintaperiaate ja käytössä huomioitavat asiat. Lopuksi työssä pohditaan suppojääpatojen esiintymisistä kerätyn aineiston pohjalta patojen esiintymiseen vaikuttavia seikkoja sekä suppojääpatojen toistuvuuksia eri vuosiana ja eri alueilla.</p> <p>Taulukoihin kerättyjen suppojääpatojen esiintymistietojen pohjalta nähdään, että suppojääpadot toistuvat vuosittain lähes samoihin vuodenaikoihin ja lähes samoissa jokien paikoissa. Suppojääpatojen esiintymisessä on myös vuosittaista vaihtelua, johon vaikuttavat esimerkiksi menneen vuoden sateisuus ja lämpötilat. Torjuntakeinoina on käytetty yleisesti räjäytystä, mutta joissain tapauksissa myös uuden uoman avausta.</p>			
Muita tietoja			

ABSTRACT FOR THESIS

University of Oulu Faculty of Technology

Degree Programme (Bachelor's Thesis, Master's Thesis) Environmental engineering		Major Subject (Licentiate Thesis)	
Author Keränen, Jussi		Thesis Supervisor Ronkanen, A-K, university lecturer	
Title of Thesis Problems caused by frazil ice and prevention methods			
Major Subject Water- and civil engineering	Type of Thesis Bachelor's thesis	Submission Date February 2019	Number of Pages 21
Abstract <p>The aim of this bachelor thesis was to study what is frazil ice and how it is formed in rivers. Moreover, the aim was to find out what kind of problems frazil ice can cause and how to prevent these problems. Also, task was to transfer information about occurrences of frazil ice dams in rivers of Northern Savonia from paper report to a table, so the information can be put to database. Task was given by ELY-center of Northern Savonia. In this thesis, I first explain what frazil ice is and explain what mechanisms and factor control frazil ice forming. In the thesis I also explain what problems frazil is causing in nature and to humans, water treatment plants and hydropower. I also give information about commonly used methods for prevention of frazil ice and how these methods work and what should be considered when using these methods. Lastly, I reflect what factors influence on appearances and repeating formation of frazil ice dams based on the information I gathered from reports about frazil ice dam appearances.</p> <p>Based on the data collected we can see that frazil ice dams are almost forming annually at same time of year and almost in same places in the river. In formation of frazil ice dams there also seasonal variances depending on for example amount of rain and temperature on that year. Most common removal method of frazil ice is use of explosives but sometimes opening of new side stream is also used.</p>			
Additional Information			

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
SISÄLLYSLUETTELO.....	
1. Johdanto	5
2. Suppojää ja sen muodostuminen.....	6
3. Suppojään aiheuttamat haasteet	7
3.1 Suppojään vaikutukset luonnossa	7
3.2 Suppojään vaikutukset rakennetussa ympäristössä.....	8
4. Suppojääntorjunta	10
4.1 Räjähdykset.....	10
4.2 Sahaukset.....	11
4.3 Hyytöpuomit	11
4.4 Tiedottaminen	12
4.5 Hiekkoitus	12
5. Suppojääpatojen esiintyminen Pohjois-Savossa	13
6. Johtopäätökset ja yhteenveto	16
Lähdeluettelo.....	17

LIITTEET:

Liite 1. Taulukko suppojääpatojen esiintymisistä Pohjois-Savossa vuosina 2012-2016

1. JOHDANTO

Suppojää eli suppo tai hyytö on pienistä jääkiteistä muodostuvaa sohjoa. Suppojää kasautuu vuosittain padoiksi ja niistä johtuvat tulvat aiheuttavat haittaa sekä vesieliöille että jokien rannoilla asuville ihmisille ja paikalliselle infrastruktuurille. Taloudelliset tappiot voivat olla merkittäviä sekä rantojen asukkaille että kunnalle teitten vaurioitumisesta johtuen. Vaikka suppojäää esiintyykin suhteellisen säännöllisesti on tietoa patojen esiintymisestä ja syntyyn vaikuttavista tekijöistä saatavissa vähän.

Tässä työssä selvitettiin mitä suppojää on, mitkä ovat sen syntymekanismit ja mitkä tekijät vaikuttavat suppojään muodostumiseen jokiympäristöissä. Lisäksi perehdyin mitä ongelmia suppojää aiheuttaa joissa ja millaisia keinoja voidaan käyttää supontorjunnassa. Työssä käsiteltiin suppojään esiintymistä Pohjois-Savon jokiympäristöissä.

Valitsin aiheen, koska se liittyy tulevaan opintosuuntaani vesitekniikassa ja aiheen tarjoaja Pohjois-Savon ELY-keskus sekä muut aiheesta kiinnostuneet voivat työn tuloksia hyödyntää. Työssä on mukana käytännön osuus, jossa teen listan suppojään esiintymisestä perustuen paperisiin raportteihin. Tämän avulla paperisten raporttien tiedot voidaan siirtää sähköiseen muotoon Karpalo-järjestelmään. Käytän myös tietoja hyväksi tehdessäni loppupäätelmiä alueista, joilla suppojäää esiintyy ja olosuhteista joissa sitä todennäköisimmin muodostuu.

Toivon, että tässä kandidaatintyössä esitellystä tiedosta olisi hyötyä kaikille suppojäästä ja sen haitoista ja torjunnasta kiinnostuneille.

2. SUPPOJÄÄ JA SEN MUODOSTUMINEN

Suppojää, jonka muita nimityksiä ovat hyhyde ja suppo, on pienistä jääkiteistä muodostunutta jääsohjoa. Suppojäässä kiteet eivät pysty kiinnittymään toisiinsa veden suuren virtausnopeuden ja turbulenttisen virtauksen takia ja siten kulkeutuvat virtauksen mukana. Suppojäällä on taipumus kasautua joen kohdissa joissa virtausnopeus pienenee. Kasautuminen tapahtuu mille tahansa pinnalle kuten kiviin, putkiin, jääkanteen tai jo olemassa olevaan hyytömuodostelmaan. Suppojään kasautuessa joen pohjalla oleviin kiviin, kasveihin, sedimentteihin ja erilaisiin rakenteisiin, se muodostaa niin kutsuttua pohja- eli ankkurijäätä. Pohjajää voi peittää alleen suuriakin alueita joen pohjasta. (Huusko & Kreivi 2004; Väkevä 2004; Luolamo 2009).

Suppojäätä alkaa muodostua talvella, kun veden lämpötila laskee lähelle tai alle 0 °C lämpötilan. Tällöin vesi voi alijäähtyä eli sen lämpötila on nollan alapuolella, mutta se on silti nestemäistä. Tämä johtuu siitä, että veden virtausnopeus on suuri, jolloin jäähtynyt vesi ei jäädy muodostaen yhtenäistä jääkantta vaan muodostaa pieniä jääkiteitä. Suppojään muodostumista edistää pintaveden suuri virtausnopeus, matala vedenpinnan ja ilman lämpötila, jääpeitteetön vesipinta ja tuulinen ja lumisateinen sää. Suppojäätä muodostuu vedessä niin kauan kuin jääkiteiden muodostumiseen tarvittavaa energiaa on enemmän kuin vedenpinnasta poistuvaa energiaa, eli kun veden lämpötila on matalampi kuin ilman lämpötila. Tyypillisimmin suppojäätä muodostuu yöllä, kun lämpöenergiaa poistuu vedestä eniten. Muodostumista ei yleensä tapahdu päivällä, jolloin auringosta tuleva lämpösäteily lisääntyy ja veden pintalämpötila kasvaa. Erittäin kylmissä olosuhteissa suppojäätä voi kuitenkin muodostua myös päivällä. On myös havaittu, että säännöstellyissä joissa suppojäätä ja pohjajäätä esiintyy enemmän kuin luonnon tilaisissa joki uomissa. (Huusko & Kreivi 2004; Väkevä 2004)

Suppojään syntyteorian mukaan suppojään alkukiteinä ovat jääkristallit, jotka muodostuvat veden päällä olevassa alijäähtyneessä sumussa ja jotka pudotessaan veteen toimivat kiteytysmiytiminä supojäälle (Mustonen 1986, Väkevän 2004, s 12 mukaan).

3. SUPPOJÄÄN AIHEUTTAMAT HAASTEET

3.1 Suppojään vaikutukset luonnossa

Suppojään merkittävin luonnossa esiintyvä vaikutus on sen vedenpintaa nostava vaikutus joissa. Suppojää muodostaa patoja kasautumalla esimerkiksi jääkannen alapinnalle varsinkin suvannoissa, joissa veden virtausnopeus on tarpeeksi hidasta. Suppojää aiheuttaa aluksi joessa paikallista veden virtausnopeuden kasvua, joka johtuu suvannon tilavuuden pienentymisestä ja joen poikkileikkauksen kaventumisesta. Virtausnopeuden kasvu taas johtaa suurempaan pohjaeroosioon joessa. Kasautuman kasvaessa veden virtaus estyy lopulta kokonaan, joka johtaa veden pinnan nousuun joessa ja vettä kertyy jääkannen päälle. Suppojäällä on myös merkitystä jääkannen muodostumisessa, sillä sitä kasaantuu joen hidavirtaisissa kohdissa jo olevan jääkannen reunaan kasvatten jääkannen kokoa. (Luolamo 2009; Reiter & Huokuna 1989)

Veden lämpötilan ollessa 0 °C tai hyvin lähellä 0 °C suppojääta muodostuu eniten, jolloin myös suppojään muodostamien vedenkorkeutta nostavien patojen todennäköisyys kasvaa. Veden pinta nousee sitä enemmän mitä pitempiä pakkasjaksoja esiintyy. Pitkien pakkasjaksojen aikana patojen muodostuminen ja siten tulvariski on korkeampi kuin normaalisti. Merkittävin riski joen tulvimiselle on talvina, jolloin on tavallista kylmempää ja joessa veden virtaama on myös tavallista runsaampaa. Tällöin runsas virtaama ja suppojääpato yhdessä nostavat vedenpinnan korkeutta. (Väkevä 2004)

Suppojää nostaa vedenpintaa myös kasautumalla joen pohjaan pohjajääksi. Turbulenttisessa vuolaasti virtaavassa joen kohdassa, erityisesti koskissa ja joenmutkissa, kulkeutuvat jääkiteet tarttuvat joen pohjassa erilaisille pinnoille muodostaen ankkurijääta. Ankkurijää on rakenteeltaan huokoista jääkidemassaa, joka voi peittää hyvinkin laajoja avonaisia alueita koskesta. Silloin kun pohjajääta esiintyy laajalti, ne voivat myös merkittävästi padota vettä ylävirralla. Kuten suppojäätkin, myös pohjajääta muodostuu tyypillisesti yöllä kovien pakkasten aikaan, kun haihtuminen vedenpinnalta on suurimmillaan. Pohjajää irtoaa yleensä päivisin johtuen auringon valon tuomasta lämmöstä ja veden pienestä lämpötilan noususta. Pohjajääta ei tyypillisesti muodostu jääkannellisilla alueilla eikä myöskään tasaisilla ja pieniraekokoisilla pohjilla. Pohjan hienorakeisuus estää pohjajään muodostumisen, koska hienorakeisessa pohjassa ei ole

jääkiteille tarvittavia kiinnityskohtia kuten isomista kivistä muodostuvassa pohjassa. (Huusko & Kreivi 2004)

Vedessä olevat jääilmiöt, kuten suppo- ja pohjajää, muokkaavat pohjalla vallitsevia olosuhteita joessa ja siten vaikeuttavat vesieliöiden elinolosuhteita. Pohjajää vie elintilaa vesieliöiltä kiinnittymällä pohjan maakerrokseen, kiviin ja rakeiden väliin. Pohjan sorakerros ja kivien välit ovat tärkeitä kutupaikkoja ja ravinnonlähteitä lohikaloille, joten pohjajää häiritsee lohikalojen lisääntymistä ja ravinnonhankintaa merkittävästi. Jos pohjajää ulottuu syvälle pohjan sorakerrokseen, estää se tehokkaasti happirikkaan veden vaihtumisen pohjan sedimenteissä johtuen happikatoon. Happikatoa voi seurata pohjasedimenteissä elävien vesieliöiden kuoleminen ja populaation koon tilapäinen pieneneminen. (Huusko & Kreivi 2004)

3.2 Suppojään vaikutukset rakennetussa ympäristössä

Suppojään merkittävimmät ongelmat johtuvat suppojääpadoista, jotka nostavat jokien vedenpinnan korkeutta. Jokien rannoilla asuvien ihmisten kiinteistöt ovat vaarassa, kun suppojääpadon aiheuttama vedenpinnan nousu yltää talojen pihoille asti. Tulviva vesi voi päästä talojen rakenteisiin ja kellaritiloihin aiheuttaen mahdollisen kosteusvaurion. Tulviva vesi aiheuttaa myös muuta haittaa pihapiirissä oleville irtaimistoille sekä vaikeuttaa asukkaiden liikkumista veden tulviessa teille. Vahingot ovat kuitenkin vähentyneet torjuntakeinojen kehittyessä verrattuna 1900 luvun alkupuolelle, jolloin rantojen asukkailla ei ollut juurikaan keinoja suppojääpatojen torjumiseksi. Tulvista on haittaa myös maa- ja metsätaloudelle veden pinnan noustessa pelloille ja metsämaille. Tulvien mukana voi maalta, pelloilta ja metsistä myös huuhtoutua ravinteita ja muita yhdisteitä, mitkä eivät ole hyväksi vesiluonnolle. (Reiter & Huokuna 1989; Väkevä 2004)

Suppojää aiheuttaa ongelmia myös maaalla kuin vesiympäristöistä. Näitä ovat vesilaitokset ja vesivoimalat. Suurin ongelma on suppojään taipumus kasautua kohdissa, joissa virtaus hidastuu. Tällaisia paikkoja ovat vedenpuhdistamoiden vedenottoputket ja vesivoimaloiden turbiinit. Suppojää voi tukkia vedenpuhdistamon vedenottoputket suun jolloin veden ottaminen prosessiin häiriintyy tai estyy. Tällöin putki täytyy avata sukeltajien avulla. Koska vedensaanti täytyy turvata kaikissa tilanteissa vedenpuhdistamoilla on nykyisin käytössä lämmityslaitteistoa ja tarvittaessa putkeen

voidaan johtaa kuumaa höyryä jään poistamiseksi. Samanlainen ongelma on vesivoimaloilla, joiden vedenottoputket voivat tukkeutua ja veden saanti turbiinille ja siten sähköntuotantoon hidastuu tai estyy kokonaan. Vesivoimaloiden tehokkaalla toiminnalla on merkittäviä taloudellisia vaikutuksia, kuten tuotetun sähkön määrä ja toimintavarmuudessa. Merkittäviä vaikutuksia ovat voimalaitoksissa muodostuvat energiatappiot ja putoushäviöiden kasvaminen, jotka vähentävät tuotetun sähkön määrää. Voimalaitoksen pyrkivät talvella ehkäisemään keväisen suppojään aiheuttamia haittoja veden juoksuttamisella, joka on hyvin epäedullista energiatalouden kannalta. Muita torjuntakeinoja ovat jäätyvien osien lämpöeristys tai erillinen lämmitysjärjestelmä. Vesivoiman tuotannolle aiheutuvat tappiot ovat vuosittain miljoonien eurojen luokkaa. (Daily & Ettema 2006; Reiter & Huokuna 1989; Casselgren, Hellström & Lundberg 2015)

4. SUPPOJÄÄNTORJUNTA

Suppojääntorjuntaan on kehitetty useampia keinoja, jotka voivat olla suoria muodostuneen padon hävittämisiä tai patojen ennaltaehkäisyyn tähtääviä keinoja. Suoria hävittämisen keinoja ovat padon räjäytykset, sahaaminen ja uuden uomien avaaminen veden poisjohtamiseksi. Ehkäiseviä keinoja ovat hyytöpuomit, varoitukset, tiedottaminen, varautuminen, jokien pohjien muokkaaminen ja veden säännöstely. (Reiter & Huokuna 1989; Väkevä 2004; Ympäristöministeriö 2006)

4.1 Räjäytykset

Veden suuri virtausnopeus luonnonvesissä haittaa useimpien suppojään torjuntakeinojen tehokasta käyttöä. Toimivimmaksi keinoksi suppojääpatojen torjunnassa on todettu olevan räjäytykset. Räjäytyksissä käytetään panoksia, jotka on tehty dynamiitista, nallista ja tulilangasta. Panokset sijoitetaan jäähän porattuihin reikiin, joiden suunnittelu on tapauskohtaista. (Ympäristöministeriö 2006)

Räjäyttäminen oikeaoppisesti vaatii ammattitaitoa sekä lisäksi paikallisen vesistön hyvää tuntemusta sillä väärin tehty räjäytys voi päinvastoin aiheuttaa haittoja, kuten vaaratilanteita ja hallitsematonta jään lähtöä. Räjäytystyöt noudattavat siitä annettua lakia, asetuksia ja valtioneuvoston päätöstä. Ennen räjäytystyön aloittamista tulee räjäytyksistä ilmoittaa poliisiviranomaisille ja laatia suunnitelma koskien räjäytystyöntekijöiden ja sivullisten terveyttä ja turvallisuutta. Laaditusta suunnitelmasta tulee käydä ilmi, miten työssä ilmenevät haitta- ja vaaratekijät on määritetty ja arvioitu, miten toteutetaan työntekijöiden turvallisuutta ylläpitävät toimenpiteet. Pienissä töissä riittää turvallisuusohje, joka liitetään räjäytyssuunnitelmaan. Suunnitelmia on pidettävä ajan tasalla ja päivitettävä, jos töissä ilmenee muutoksia tai laajennuksia. Tarve räjäytyksille on yleensä suurinta alkutalvesta, koska jääkansi ei ole vielä kerennyt muodostumaan. Räjäytysten oikea ajoittaminen on tärkeää ja sitä varten on tehostettava lämpötilojen, vedenkorkeuden ja virtaaminen tarkkailua riskialueilla. Paikallistettaessa torjuntakohteita apuna voidaan käyttää maamerkkejä ja paikallisilla rannoilla asuvien ihmisten ilmoituksia tulvista. (Ympäristöministeriö 2006)

Räjätysten määrät vaihtelevat eri talvina samoin kuin hyytöpatojen esiintymisetkin. Pääasiallisesti räjäytyksiä tehdään ennakoivina toimenpiteinä, jotta suppopatojen aiheuttamat ongelmat eivät aiheuttaisi mittavaa vahinkoa. Räjätysten aloitetaan joen alavirralla edeten kohti ylävirtaa, koska näin saadaan estettyä räjäytyksessä purkautuvaa vettä aiheuttamasta tulvaa joen alavirralla. (Väkevä 2004; Ympäristöministeriö 2006)

4.2 Sahaukset

Jääsahauksia käytetään pyrittäessä estämään suppopadon muodostumista paikkoihin, joissa suppopadosta johtuva vedenpinnan korkeuden nousu aiheuttaisi vahinkoja rantojen rakennuksille tai muille rakenteille. Valittaessa sahausaluetta hoidetaan edelliset kokemukset, alueen olosuhteet, paikka missä vedensyvyys riittää sahaustyön suorittamiseen ja jäiden liikkeelle lähdöstä ei aiheudu haittaa eikä tulvia joen alajuoksulla. Pääosin sahauskohteet ovat isojen suvantojen yläosia ja jokien alajuoksuja. Käytettävät sahauskoneet ovat useiden tonnien painoisia, joten niiden käyttö vaatii vähintään puolen metrin vahvuisen teräsjäkerroksen. Kuitenkin koneet on suunniteltu kelluviksi joutuessaan veden varaan, joten vaaraa jäihin vajoamisesta ei aiheudu. Koneita nostettaessa täytyy nosto tehdä kuitenkin harkiten ja käyttäen koneen vinssiä sekä omaa telakutjustoa apuna. Sahauksen aikana koneen ympärillä oleva varoalue on 20 metriä. (Ympäristöministeriö 2006)

4.3 Hyytöpuomit

Hyytöpuomeja käytetään edistämään jääkannen muodostumista jokeen, koska jääkansi ehkäisee suppon muodostumista ja siten mahdollisen suppojääpadon muodostumista. Puomi toimii joen pintavesien virtausnopeutta hidastavana esteenä, jolloin jääkannen syntyminen mahdollistuu normaalisti jääkannetomassa joen kohdassa. Puomille soveltuvassa paikassa tulisi olla tasainen virtaus ja nopeus saisi olla suurimmillaan 0,7 m/s. Kokemusperäisten havaintojen mukaan veden pintalämpötilan ollessa 0,1 °C alle 0,3 m/s virtausnopeudella vesi muodostaa jääkannen. Lämpötilan laskiessa nollassa alapuolelle, 0,5 m/s virtausnopeudella vesi voi vielä muodostaa jääkannen. Hyytöpuomit ovat yleisesti käytössä ja niitä asetetaan kokemusperäisesti hyväksi todettuihin paikkoihin. Puomien asentamiseen käytetään veneitä, joilla puomit hinataan paikoilleen ylävirtaan. Hyytöpuomien asentamisesta tiedotetaan tiedotusvälineissä hyvissä ajoin ennen

asennusta. Hyytöpuomit irroitetaan keväällä jäiden lähdettyä, mutta kuitenkin viimeistään Vappuun mennessä. Huoltotyöt puomeille suoritetaan syyskesällä ja silloin tarkistetaan mm. rungot, vaijerit, koukut ja kiinnityslenkit joen rannalla. (Väkevä 2004; Ympäristöministeriö 2006)

4.4 Tiedottaminen

Tulvista tiedoitetaan hyvissä ajoin ennen tulva-aikaa eri viranomaisille kuten palo- ja pelastusviranomaisille ja poliisille sekä mahdollisesti riippuen tilanteesta sotilasviranomaisille, ympäristö- sekä maa- ja metsätalousministeriöille, Suomen ympäristökeskukselle ja lisäksi eri tiedotusvälineille. Tiedottamisella mahdollistetaan, että tulvavaarassa olevan alueen viranomaiset sekä asukkaat ovat tietoisia tulvariskistä ja mahdollisista torjuntatoimenpiteistä. Näin ollen viranomaiset sekä jokien rantojen asukkaat pystyvät varautumaan mahdolliseen tulvaan. Tulvariskin arvioimisessa käytetään hyväksi kerättyä tietoa lämpötiloista, säästä, jokien virtaamista ja vedenpinnankorkeuksista sekä kokemukseräistä tietoa suppojään vuodenaikaisesta esiintymisestä. (Ympäristöministeriö 2006)

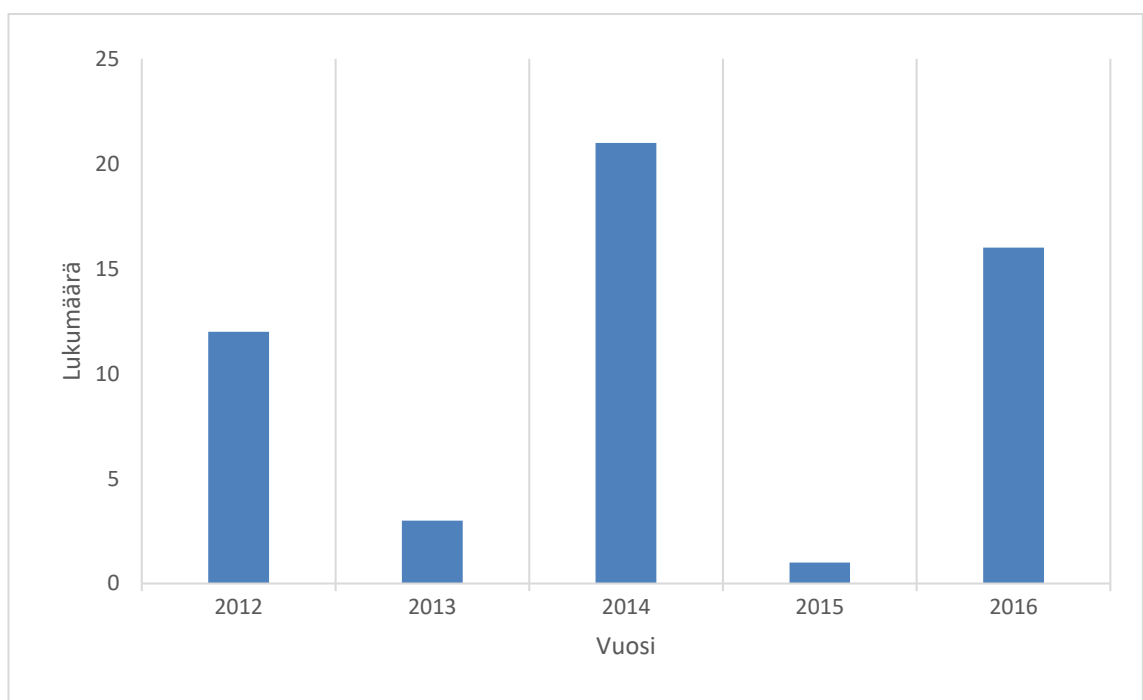
4.5 Hiekoitus

Hiekoituksessa levitetään jäälle hiekkaa, joka laskee jään albedoa. Matalampi albedo tarkoittaa, että hiekoitettu jää absorboi enemmän auringosta tulevaa lämpöenergiaa, jolloin jään sulaminen nopeutuu. Hiekoituksen toimivuuden edellytyksenä on sateettomuus ja aurinkoinen sää, jotta hiekanjyvät painuisivat jään sisälle pehmittääksensä. Hiekoitus on ollut käytössä aikaisemmin jään pehmittämiseen, mutta nykyisin se on korvattu jääsahauksella. Koska tulokset ovat olleet epävarmoja, ei hiekoitusta käytetä yleisesti enää muulloin kuin kohteissa, joissa jääsahaaminen ei onnistu. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi jäätiet. Jääteiden sulkemisen jälkeen tien kohta yleensä hiekoitetaan, jos tiedetään, että jäätie edesauttaa suppopatojen muodostumista. Yleensä hiekoitus tehdään miestyönä käyttäen moottorikelkkoja tai rekiä. (Ympäristöministeriö 2006)

5. SUPPOJÄÄPATOJEN ESIINTYMINEN POHJOIS-SAVOSSA

Osana tätä kandidaatintyötä keräsin tietoa suppojääpatojen esiintymistä Pohjois-Savon jokien vesiympäristöissä vuosina 2012-2016 (liite 1). Tiedot kerättiin käyttäen hyväksi Pohjois-Savon ELY-keskuksen toimittamamista hyydöntorjunta raporteista. Raportteja oli yksi jokaista talvea kohden. Taulukkoon koostettiin kohteen sijainti paikkakunta, koordinaatit, torjuntatoimenpiteen suorituksen päivimäärä, padon purkutapa, valuma-alueen koko sekä torjuntapäivänä ollut ilman lämpötila. Tässä osassa tarkastelen kerättyä aineistoa ja mitä tästä aineistosta voidaan päätellä suppojääpatojen esiintymisistä.

Suppojääpatoja oli Pohjois-Savon alueella yhteensä 53 kappaletta ja ne esiintyivät 22 jokiuomassa. Tutkittaessa aineistoa huomataan, että suppojääpatojen määrä on vaihdellut vuosittain (kuva 1) ja suppojääpadot esiintyvät lähes samoissa kohdissa vuosittain (liite 1). Esiintymisien vähäisyyttä vuonna 2013 selittää myös talven 2012-2013 aineiston puuttuminen kokonaan.



Kuva 1. Suppojääpatojen lukumäärä (kpl) vuosittain Pohjois-Savon jokiuomissa.

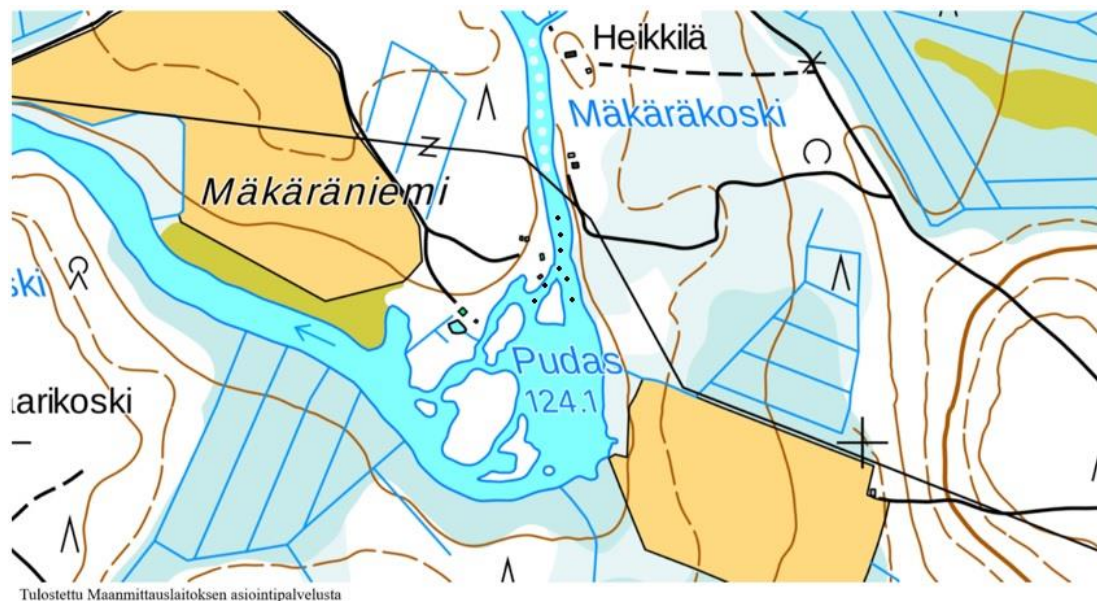
Yleisesti kuitenkin suppojääpadot esiintyvät joka vuosi suunnilleen samaan vuodenaikaan, tosin patojen lukumäärissä on vuosittaisia vaihteluja ja toisina vuosina

niitä on vähemmän (taulukko 1). Aineistosta kävi myös ilmi, että on ollut myös vuosia, jolloin hyydöntorjuntaa ei ole harjoitettu ollenkaan. Tähän on ollut syynä se, että suppojääpatoja ei muodostunut lainkaan tai ne sulivat itsestään pois. Esimerkiksi syksy 2016 ja kevät 2017 olivat poikkeuksellisia vuosia, koska suppojäätä ei muodostunut ollenkaan lauhan talven johdosta (Eronen 2017). Runsaimpina esiintymisvuosina talven keskilämpötila on ollut matala. Lumen vesiarvolla ei ole yhtä suora vaikutus, mutta talven vähän lumisuus kertoo talven olleen lauha (taulukko 1). Talven keskilämpötilat ja maksimaaliset lumen vesiarvot otettiin lähimmältä mittausasemalta, jolla oli mittaustietoa kaikilta vuosilta. Lähin mittausasema oli Kuopiossa ja tiedot kerättiin Ilmatieteenlaitoksen nettisivulta.

Taulukko 1. Suppojääpatojen torjuntajen määrä, talven keskilämpötila ja talven maksimaalinen lumen vesiarvo Pohjois-Savon alueella vuosina 2012-2016.

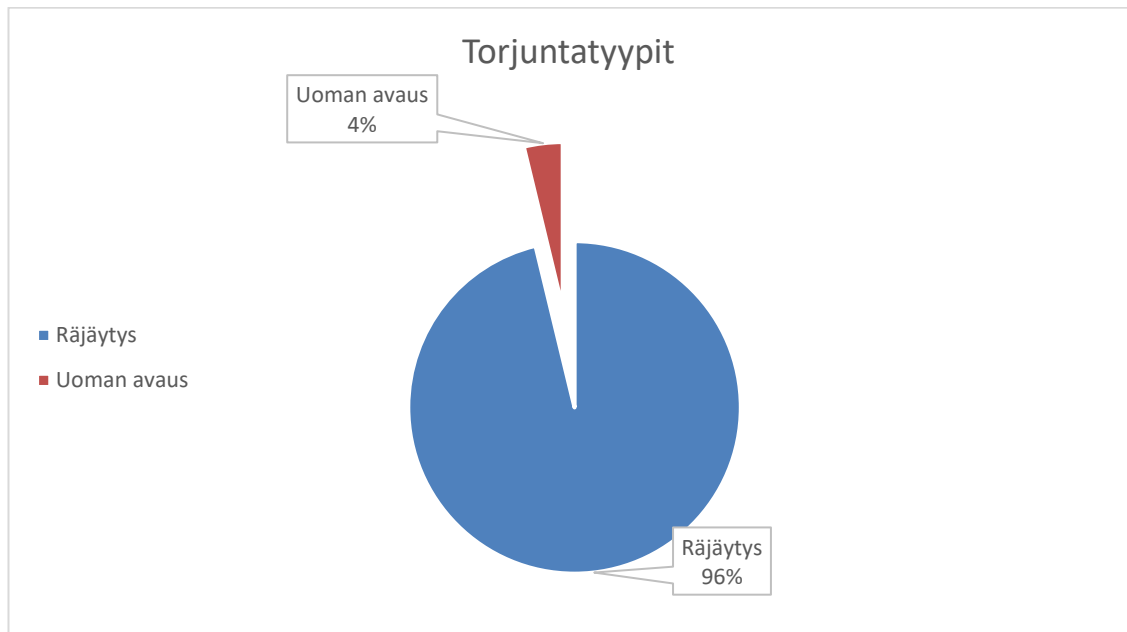
Vuosi	Torjuntajia	Keskilämpötila	Lumen vesiarvo (mm)
2012	12	-7,3	139
2013	3	-7,6	116
2014	21	-3,4	32
2015	1	-3,8	112
2016	16	-6,5	110

Tarkasteltaessa kartalta suppopatojen esiintymiskohtia huomataan, että kohdat ovat yleensä verkkasvirtaisia suvantokohtia tai pienempiä sivu-uomia joessa (kuva 2).



Kuva 2. Jokiuoma Pohjois-Savossa Sonkajärven Nurmijoen Mäkärankoskessa, jossa esiintyy vuosittain suppojääpatoja.

Purkutapa on ollut lähes poikkeuksetta räjäytys, mutta kahdessa tapauksessa on käytetty myös uuden sivu-uoman avausta (kuva 3).



Kuva 3. Eri suppojääpatojen torjuntatyypin osuudet kaikista torjunnoista Pohjois-Savon alueella.

Tarkastelun perusteella voidaan todeta, että suppojääpatojen esiintymistä voi jonkin verran ennustaa hydrologisen aineiston, kuten talven keskilämpötilan ja lumen vesipitoisuuden, avulla. Myös suppojääpatojen esiintyminen tietyissä joissa ja joen kohdissa voi auttaa ennustamaan esiintymisiä.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Suppojää on pienistä jääkiteistä muodostunutta jääsohjoa. Suppojäätä muodostuu virtaavassa vedessä talvella lämpötilan ollessa nolla tai nollan alapuolella. Muodostumista nopeuttavat pitkät pakkasjaksot, jääpeitteetön vedenpinta ja lumisateinen sää. Suppojää liikku veden mukana ja kasautuu kohdissa joissa veden virtaus hidastuu. Kasautumista voi tapahtua kaikenlaisille pinnoille ja suppojäätä voi kasautua niin paljon, että se muodostaa suppojääpadon.

Suppojää vaikuttaa luonnossa kasautumalla, jolla on merkitystä jääkannen ja pohjajään muodostumisen kannalta. Pohjajää muokkaa pohjan elinolosuhteita ja vaikeuttaa monien vesieliöiden ruoan hankintaa ja lisääntymistä tukkimalla eliöille tärkeitä kivien ja pohjan maalajien välejä. Suppojääpadon aiheuttama veden virtauksen osittainen tai täydellinen estyminen vaikeuttaa kalojen liikkumista.

Suppojään merkittävimpiä haittoja rakennetulle ympäristölle on sen joen veden pintaa nostattava vaikutus. Veden pinnan noustessa talojen pihoilta, aiheutuu siitä merkittäviä taloudellisia liikkumista rajoittavia haittoja jokien rantojen asukkaille. Toinen suppojään aiheuttama haitta on sen taipumus kasautua vesilaitosten ja vesivoimalaitosten vedenottoputkiin. Vedenoton keskeytymisestä on suurta taloudellista ja toiminnallista haittaa ja se pyritään estämään esimerkiksi lämmityksillä tai eristyksillä.

Suppojään haittojen torjuntaan käytetään sekä suoria että epäsuoria keinoja. Suoria keinoja ovat räjäytykset, hyytöpuomit ja sahaukset. Epäsuoria keinoja ovat tiedottaminen ja seuranta, joilla pyritään varautumaan mahdollisiin suppojääpatoihin ja varoittamaan jokien rantojen asukkaita mahdollisesta tulvavaarasta.

Tarkastelemalla tilastoja voidaan huomata, että suppojääpadot esiintyvät lähes vuosittain samoina vuodenaikoina ja lähes samoissa kohdissa jokia. Poikkeuksellisia vuosia ovat olleet vuodet joina talvi on ollut erittäin lauha ja vähä luminen, jolloin suppojääpatoja ei ole esiintynyt ollenkaan. Eniten suppojääpatoja on esiintynyt vuosina, joina talven keskilämpötila ja lumen vesipitoisuudet ovat olleet korkeita. Yleisin torjunta keino on ollut räjäytys, mutta myös uuden uomanavausta on käytetty. Suppojääpatojen esiintymistä voi jonkin verran ennakoida tarkastelemalla tilastoja ja esiintymisalueita joissa. Kerättyjä tietoja käytetään Karpalo-tietojärjestelmän päivittämiseen.

7. LÄHDELUETTELO

Casselgren, J., Hellström, G. & Lundberg, A., 2015. Recent river ice research and river ice management in Scandinavia [verkkodokumentti]. Tukholma: Energiforsk. Saatavissa https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/21402/recent-river-ice-research-and-river-ice-management-in-scandinavian-energiforskrapport_2015_203_2.pdf [viitattu 15.1.2018], 31s.

Daily, S. & Ettema, R., 2006. Frazil Ice Blockage of Water Intakes in The Great Lakes [verkkodokumentti]. Reston: Journal of Hydraulic Engineering. Saatavissa https://www.researchgate.net/publication/245297098_Frazil_Ice_Blockage_of_Water_Intakes_in_the_Great_Lakes [viitattu 15.11.2018]. 10 s.

Eronen, S. 2017. Hyydöntorjuntaraportti Syksy 2016 – Kevät 2017. Sonkajärvi: Pohjois-Savon Ely-keskus.

Huusko, A. & Kreivi, P., 2004. Virtavesikalujen talvi – elämää muuttuvissa jääoloissa. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, 14 s. ISBN 951-776-449-9

Luolamo, V., 2009. Lohen (*Salmo salar*) ja taimenen (*Salmo trutta*) poikasympäristöt, elintavat ja ravinto talvella. Nurmes: Pikes Oy (Pielisen Karjalan Kehittämiskeskus), 26 s.

Reiter, P. & Huokuna, M., 1989. Matemaattinen jokijäämalli - Jokijääprojektin loppuraportti. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus, 48 s. ISBN 951-47-2939-0

Väkevä, J., 2004. Hyydöntorjunta Kymijoella. Kouvola: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, 38 s. ISBN 952-11-1778-8

Ympäristöministeriö, 2006. Työsuojelu jää- ja hyydepatojen torjunnassa: Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2006. Helsinki: Ympäristöministeriö, 44s. ISBN 952-11-2455-5

Kerätyt tiedot suppojääpatojen esiintymisistä Pohjois-Savossa 2012-2016.

Kohde	Koordinaatit	Päivämäärä	Purkutapa	Valuma- alue	Lämpötila
Iisalmi, Koukunjoki, Pitkäkoski	N. 7047902, E. 520613	22/12/2012	Räjäytys	1300 km ²	-23
		18/01/2014	Räjäytys		-16
		20/01/2014	Räjäytys		-19
		23/01/2014	Räjäytys		-23
		06/01/2016	Räjäytys		-30
		09/01/2016	Räjäytys		-21
		12/01/2016	Räjäytys		-15
Kiuruvesi, Luupunjoki, Kelloniemi	N. 7059392, E. 491496	10/12/2012	Räjäytys	295 km ²	-7
Nilsä, Puntinjoki, Honkakoski	N. 7016037, E. 570235	31/01/2014	Räjäytys	1142 km ²	-19
Nilsä, Puntinjoki, Paasikoski	N. 7016421, E. 571225	31/01/2014	Räjäytys	1142 km ²	-19
Pielavesi, Koivujoki	N. 7028600, E. 470915	04/12/2012	Räjäytys	209 km ²	-18
Pielavesi, Lampaanjoki, Kissakosken-Niska	N. 7019453, E. 489004	22/04/2013	Räjäytys	222 km ²	8
		22/04/2013			8
		19/04/2013			6
Rautalampi, Tyyninvirta	N. 6948350, E. 490750	2-3.12.2012	Räjäytys	4648 km ²	-11
Sonkajärvi, Matkusjoki, Saavakoski	N. 7076437, E. 521406	18/12/2012	Räjäytys	640 km ²	-14
Sonkajärvi, Nurmijoki Aittokoski	N. 7060841, E. 537946	14/12/2012	Räjäytys	863 km ²	-5
		14/12/2012	Räjäytys		-5
		14/12/2012	Räjäytys		-5
Sonkajärvi, Nurmijoki, Mäkäräkoski	N. 7062188, E. 538646	5-8.12.2012	Räjäytys ja sivu- uoman avaus	836 km ²	-14
		24/01/2014			-15
Sonkajärvi, Nurmijoki, Mäkäräkoski	N. 7062181, E. 538627	20/01/2014	Räjäytys	836 km ²	-19
		22/01/2014	Räjäytys		-20
		01/02/2014	Räjäytys		-9
		07/01/2016	Räjäytys		-33
		13/01/2016	Räjäytys		-24
		19/01/2016	Räjäytys		-31
Sonkajärvi, Nurmijoki, Ruunanvirta	N. 7056074, E. 540551	13/12/2012	Räjäytys	145 km ²	-6
Sonkajärvi, Nurmijoki, Saarikoski	N. 7062223, E. 537861	5-8.12.2012	Räjäytys	837 km ²	-14
		17/01/2014	Räjäytys		-14
		20/01/2014	Räjäytys		-19
		22/01/2014	Räjäytys		-20
		24/01/2014	Räjäytys		-15
		29/01/2014	Räjäytys		-16

Kohde	Koordinaatit	Päivämäärä	Purkutapa	Valuma- alue	Lämpötila
Sonkajärvi, Nurmijoki, Saarikoski	N. 7062163, E. 538665	07/01/2016 14/01/2016	Räjäytys Räjäytys	837 km ²	-33 -25
Sonkajärvi, Sukeva, Kaupinkoski	N. 7084261, E. 523291	06/12/2012 21/01/2014	Räjäytys Räjäytys	347 km ²	-18 -16
Sonkajärvi, Sukeva, Saukkokoski	N. 7084994, E. 523215	06/12/2012 21/01/2014 07/01/2016	Räjäytys Räjäytys Räjäytys	347 km ²	-18 -16 -33
Sukeva, Saavakoski, Sonkakoski	N. 7076421, E. 521398	20/01/2014 01/01/2016 11/01/2016	Räjäytys Räjäytys Räjäytys	640 km ²	-19 -7 -20
Sukeva, Myllykoski	N. 7080494, E. 520546	22/01/2014 08/01/2016	Räjäytys Räjäytys	627 km ²	-20 -31
Sukeva, Pyöreenukoski	N. 7089368, E. 516326	05/01/2016	Räjäytys	39 km ²	-25
Sukeva, Raudanjoki, Huutokoski	N. 7084177, E. 520012	11/01/2016	Räjäytys	406 km ²	-20
Varpaisjärvi, Urimolahti	N. 7024677, E. 544373	15/01/2014 30/12/2015	Räjäytys Räjäytys	91 km ²	-14 -20
Vieremä, Kauppilanjoki	N. 7059641, E. 508091	19/01/2014	Räjäytys	126 km ²	-18
Vieremä, Pärekoski	N. 7062871, E. 508565	10/12/2012 16/01/2014 04/01/2016 10/01/2016	Räjäytys Räjäytys Räjäytys Räjäytys	126 km ²	-7 -16 -22 -22