

Opinnäytetyö AMK

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2022

Meri Rantalainen

# Hintsan padon luonnonmukaistaminen

– Raisiojoen ennallistamishanke



Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan insinööri

Ohjaaja: DI Marika Nurmikko

2022 | 47 sivua

Meri Rantalainen

## Hintsan padon luonnonmukaistaminen

- Raisionjoen ennallistamishanke

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kuvata Raisionjoen ennallistamishankeurakan yhden säännöstelypadon, Hintsan padon, luonnonmukaistamiseksi toteutetut työt ja avartaa ymmärrystä vesistöpadolla työskentelyyn kulloinkin vallitsevissa ympäristöolosuhteissa. Säännöstelypadon muuttaminen luonnonmukaiseksi joeksi parantaa vesistön ekologista tilaa sekä edistää vaelluskalojen luontaista lisääntymistä ja kulkemista.

Työn alussa esitellään työkohteena toimiva Raisionjoki ja kuvataan Raisionjoen ennallistamishanke kokonaisuudessaan sekä avataan tarkemmin hankkeen tuomia hyötyjä. Patorakenteista esitetään yleisimmät piirteet ja padoilla työskentelyn taustalla vaikuttavat tekijät, kuten lainsäädäntö ja hydrologia. Hintsan padon vanhat rakenteet käydään läpi ennen työn loppupuolella ilmeneviä uusia rakenneteknisiä ratkaisuja. Padon uusi rakenne toteutettiin paikallaan valettavista betonikynnyksistä ja jokiuoma muotoiltiin muistuttamaan luonnonmukaista koskea.

Työ kuvastaa luonnonvoimien ehdoilla toteutettavien töiden tuomia haasteita. Työn tarkoitus on toimia suunnanäyttäjänä hankkeen muiden ennallistamistöiden toteutukseen. Opinnäytetyössä käytetty lähdemateriaali on peräisin aihetta koskevasta kirjallisuudesta, alan oppikirjoista, sähköisistä lähteistä ja hankkeen työ- ja rakenneselostuksista.

Asiasanat:

pato, luonnonmukaistaminen, betonikynnys, kalatie

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Civil Engineering

Instructor: Marika Nurmikko, M.Sc.Eng

2022 | 47 pages

Meri Rantalainen

## Naturalization of Hintsä dam

- The restoration of Raisiojoki

This thesis aimed to describe the naturalization work that completed at a regulating dam, Hintsä dam, which is located in Raisiojoki and also describe the challenges of working together with nature. This naturalization work is a part of the city of Raisio environmental restoration contract. Altering the regulation dam into a natural river will improve ecological state of the water system and promote the breeding and migration of migratory fish.

This thesis introduces the work area, Raisiojoki, and also describes the entire environmental restoration contract and its benefits. Different kind of dams are presented with their most common features. Legislation and hydrology are remarkable underlying factors while working on dams. Before the new structural solutions is described the old structures of Hintsä dam. The new structure was made from stationary molded concrete threshold and the riverbed was shaped to remain natural rapid.

This thesis highlighted the importance to understand the natural forces while working on watershed dams. This thesis serves as an example for other similar projects. The thesis was based on construction related literature, internet source and building plans.

Keywords:

Dam, naturalization, concrete threshold, fish pass

# Sisältö

<b>Sanasto</b>	<b>14</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>8</b>
<b>2 Rasionjoen ennallistamishanke</b>	<b>10</b>
2.1 Ennallistamishanke	11
2.2 Sidosryhmät	11
2.3 Rasionjoen ekologinen tila	12
2.4 Alueen patojen historia	13
2.5 Hankkeen ajankohtaisuus	14
2.6 Hyödyt	15
<b>3 Pato rakenteena</b>	<b>18</b>
3.1 Patojen historia	18
3.2 Padon määritelmä ja keskeinen lainsäädäntö	19
3.3 Patoturvallisuusopas	19
3.4 Patojen jaoittelu	20
3.4.1 Vesistöpato	21
3.4.2 Maapato	22
3.4.3 Betonipato	23
3.5 Patojen luokitus	23
3.6 Hydrologia	25
3.7 Ilmastonmuutoksen vaikutus	26
3.8 Viranomaiset ja velvollisuudet	26
3.9 Hintsan pato	27
3.10 Hintsan padon rakenne ennen ennallistamishanketta	28
3.11 Hydrologia Hintsan padolla	30
3.12 Laissa määritetyt tarkastukset Hintsan padolla	30
3.13 Tehdyt tutkimukset ja kunnostustoimenpiteet	30
<b>4 Rakennetekniset suunnitelmat</b>	<b>32</b>

4.1 Ohijuoksutus	32
4.2 Ohijuoksutuskourun rakenne	33
4.3 Padon uusi rakenne	34
4.3.1 Betonikynnykset	34
4.3.2 Betonikynnysten ympärystäytöt	36
4.3.3 Jokiuoman muotoilu ja maisemointi	36
<b>5 Työn toteutus</b>	<b>38</b>
5.1 Laadunvalvonta	38
5.2 Työturvallisuus	39
5.3 Muottityöt ja raudoitus	39
5.4 Betonointi	40
5.5 Alivirtaamauoman muotoilu	41
5.6 Työolosuhteiden hallinta	41
<b>6 Töiden vaiheistus ja aikataulukutus</b>	<b>45</b>
<b>7 Johtopäätökset</b>	<b>47</b>
<b>Lähteet</b>	<b>48</b>

## **Kuvat**

Kuva 1. Yleiskuva Raisionjoen sijainnista Raision kaupungin puolella. Ympäristökarttapalvelu Karpalo.	10
Kuva 2. Kuvitteellinen kuva luonnontilaisesta joesta (A) ja patoaltaan padottamasta joesta (B). (Rinnevalli ym. 2021,12).	15
Kuva 3. Maapadon rakenteelliset osat. RIL 123 – 1979, 73.	22
Kuva 4. Yleiskuva Hintsan padosta ennen muutostöitä.	28
Kuva 5. Yleiskuva alajuoksun jokiuomasta ennen muutostöitä.	29

Kuva 6. Ohjuoksutuskourun suunnitelmapiirustus. (Lehtonen M, Vesikaukalon suunnitelma 23.8.2022)	33
Kuva 7. Leikkauskuva A-A betonikynnysten rakenteesta vanhassa betonikourussa.	35
Kuva 8. Valetut betonikynnykset, joiden yläpinnassa alivirtaama-aukot.	35
Kuva 9. Kaukaloön sijoitettu uppopumppu, joka pumppaa veden padon yläpuoliseen altaaseen.	43
Kuva 10. Työaikainen settilankku virtaamien hallintaan.	44

## Sanasto

alivesi (NW) = tietyn ajanjakson alin vedenkorkeus

biodiversiteetti = luonnon monimuotoisuutta kuvaava käsite, joka tarkoittaa maapallolla esiintyviä eri lajeja ja ekosysteemejä

hajakuormitus = vesistökuormitusta, joka muodostuu useasta pienestä hankalasti määriteltävästä päästölähteestä

hydrologis-morfologinen toimenpide = vesiuomaan kohdistuva toimenpide, kuten ennallistaminen tai kunnostaminen, joka vaikuttaa vesiuoman vesiolosuhteisiin, uoman muotoon tai esteettömyyteen

hätäylivesi (hätä-HW) = padotusalueen ylivedenkorkeus, jonka ylittäminen voi aiheuttaa muutoksia patorakenteissa

keskivesi (MW) = tietyn ajanjakson vedenkorkeuksien laskennallinen keskiarvo

valuma-alue = aluekokonaisuus, jolta vesi valuu tiettyyn vesistöön

ylivesi (HW) = tietyn ajanjakson ylin vedenkorkeus

ylivirtaama (HQ) = määritetyn ajanjakson ylin virtaama

# 1 Johdanto

Raision kaupunki yhdessä Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen kanssa allekirjoittivat vuonna 2015 yhteistyösopimuksen Raisionjoen kunnostushankkeen suunnittelusta ja luvanhausta. Hanke toteutetaan kokonaisuudessaan vuosina 2022–2023 ja hankkeen pääurakoitsijana toimii Destia Oy.

Saaristomeren valuma-alueeseen kuuluva Raisionjoki on noin 26 km pitkä, useasta kohtaa padotettu joki, joka alkaa Ruskon kunnan Vahdon kirkonkylän pohjoispuolen pohjavesialueelta, virraten Raision ja Turun kaupunkien halki laskien Pohjoissalmeen, Airiston vesialueelle.

Vuonna 2016 Raision kaupungin jättämässä vesilain mukaisessa lupahakemuksessa haettiin kolmen säännöstelypadon, Hintsan, Hintsalähteenmäen ja Merttelän, sekä Raision kohdalla E18 Turun kehätiellä sijaitsevan sillan alla olevan betonikynnyksen muuttamista kiinteiksi luonnonmukaisiksi pohjapadoiksi ja yhden kokonaan uuden pohjapadon rakentamista. Tämä opinnäytetyö on rajattu koskevaksi Raisionjoen ennallistamishankkeen yhtä säännöstelypatoa, Hintsan patoa, hankkeen laajuuden vuoksi. Lisäksi puhuttaessa Raisionjoen ennallistamishankkeesta kokonaisuutena on ulkopuolelle rajattu E18 Turun kehätien alittavan sillan alla oleva betonikynnys, sillä se ei kuulu Destia Oy:n toteuttamaan urakkaan. Myöskään hankkeen kustannuksia eikä lähtötietojen puutteellisuudesta johtuvia haasteita ole tarkasteltu tässä opinnäytetyössä.

Vesistöjen säännöstelypatojen ideana on säännellä vedenkorkeuksia ja virtaamia asetettujen tarpeiden ja tavoitteiden mukaisesti. Raisionjoen vesi on aikoinaan toiminut raakavesilähteenä, jota hankkeen säännöstelypadot ovat palvelleet. Säännöstelypadoilla ei kuitenkaan ole enää tarkoituksenmukaista käyttötarvetta. Padot ovat rakennettu 1950–1960 lukujen aikana, mutta nyt silloisten arvojen mukaisesti rakennetut padot ja niistä saadut hyödyt ovat tulleet elinkaarensa päähän ja haittaavat Raisionjoen luonnonmukaista toimintaa.



Vesistön ekosysteemiä voimakkaasti muuttava joen patoaminen on yksi suurimmista ihmisen aikaansaamista ympäristömuutoksista. Patoaminen estää esimerkiksi vaelluskalojen luonnollisen vaeltamisen ympäristöstä toiseen elinkiertoensa aikana. (Tolonen 2015).

Hintsan padon ennallistaminen aloitettiin toukokuussa 2022 ja toimii pääurakoitsijana toimivan Destia Oy:n Raisiojoen ennallistamishankkeen pilottikohteena. Tämä opinnäytetyö toimii esimerkkinä vastaavia betonirakenteita ja muita töitä toteutettaessa päivittäin vaihtelevissa ympäristöolosuhteissa hankkeen muilla padoilla. Rakennettaessa virtaavaan vesistöön jo olemassa olevien rakenteiden yhteyteen korostuu virtaamatietouden, olosuhteiden ja työturvallisuuden, sekä sidosryhmien keskenäisen vuorovaikutuksen tärkeys.

## 2 Raisionjoen ennallistamishanke

Raisionjoki, tunnettu myös Ruskon kunnan alueella nimellä Ruskonjoki, alkaa Ruskon Vahdon kirkonkylän pohjoispuolen pohjavesialueelta laskien mereen Aurajokisuun pohjoispuolella (kuva 1). Joella on muutamia sivu-uomia, sekä siihen laskee useita nimemättömiä oja. Valuma-alueen pinta-ala on 132 km<sup>2</sup> ja järvisyys 0,36%. (Varsinais-Suomen ELY-keskus & Raision kaupunki 2016, 13). Valuma-alueella ei ole yhäen järveä, mutta siihen lukeutuu neljä padotettua allasta, joista suurin on Haunisten tekoallas (Aurajoki ja Raisionjoki-Ruskonjoki 2013, 2–4).



Kuva 1. Yleiskuva Raisionjoen sijainnista Raision kaupungin puolella. Ympäristökarttapalvelu Karpalo.

## 2.1 Ennallistamishanke

Ennallistamishankkeessa Raisionjoen kolme säännöstelypatoa ja yksi betonikynnys muutetaan luonnonmukaiseksi pohjapatorakenteeksi, sekä rakennetaan yksi uusi pohjapato. Lisäksi yksi vanha patorakenne puretaan.

Raisionjoen ennallistamishankkeen valmistelua ja suunnittelua on ohjattu Raision kaupungin, Ruskon kunnan ja Varsinais-Suomen ELY-keskuksen yhteistyönä. Hankkeen taustalla on nähtävillä myös laajempia intressejä, sillä Suomen jatkuva kehittyminen kansainvälisenä hyvinvointivaltiona sekä pyrkimys olemaan suunnannäyttävä globaalissa luonnonvarataloudessa on asettanut tavoitteita luonnonvarojen kuten vesistöjen kestävään käyttöön. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014, 11). Vesistöjen padotus on saanut aikaan myös monia negatiivisia piirteitä vesistöjen luonnontilaisiin olosuhteisiin, joihin nyt reagoidaan. Ympäristötavoitteiden lisäksi hankkeella on myös merkittäviä sosiaalisia- ja taloudellisia vaikutuksia.

## 2.2 Sidosryhmät

Hankkeen tilaajana toimii Raision kaupunki, joka patoturvallisuusjärjestelmässä on merkitty myös Hintsan padon omistajaksi. Padon omistajana Raision kaupunki vastaa padon kunnosta ja turvallisesta käytöstä (Maa- ja metsätalousministeriö). Varsinais-Suomen ELY-keskus yhdessä Raision kaupungin kanssa toimii hankkeen rahoittajana. Lisäksi Varsinais-Suomen ELY-keskus toimii yhtenä hankkeen asiantuntijaosapuolista. Hankkeen pääurakoitsijana toimii infra- ja rakennusalan yritys Destia Oy, jonka osaamisalue kohdistuu yhteiskunnan toiminnan kannalta välttämättömän infrastruktuurin suunnitteluun, rakentamiseen ja kunnossapitoon.

Pelastustointia lukuunottamatta patoturvallisuusasioiden viranomaisvalvonta on keskitetty ja kuuluu Kainuun elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskukselle, joka toimii tässä hankkeessa laissa tarkoitettuna patoturvallisuusviranomaisena. (Isomäki ym. 2012, 4)

### 2.3 Raisonjoen ekologinen tila

Jokea ympäröivän alueen vallitsevana maankäyttömuotona ovat pellot ja metsät (Aurajoki ja Raisonjoki-Ruskonjoki 2013). 1950-luvulla pellot olivat avo-ojitettuja ja metsät ojittamattomia, jolloin vettä varastoitui niihin luontaisesti. Tämä luontainen veden varastoituminen on kuitenkin nykyään vähentynyt juuri peltojen salaojituksen ja metsien ojituksen myötä ja näin ollen sadevesi valuu nopeasti jokeen huuhtoen valuessaan myös kiintoainetta jokeen. (Stenroos 1996, 44). Jokivarsialueella harjoitetaan vahvasti maataloutta, jonka aikaan saama hajakuormitus vaikuttaa merkittävästi joen ekologiseen tilaan. Toiseksi Raisonjoen ravinnekuormituslähteeksi voidaan nimetä alueen haja-asutus. (Varsinais-Suomen ELY-keskus & Raison kaupunki 2016,14).

Vesistön ekologinen tila on sitä parempi, mitä vähemmän ihmistoiminta siihen vaikuttaa. Ekologisen tilan tarkastelussa pintavesimuodostuman biologisten tekijöiden tilaa häiriintymättömissä oloissa on verrattu olosuhteisiin, joissa ihmistoiminta on aiheuttanut havaittavissa olevaa vaikutusta eliöstöön. (Ympäristöministeriö 2006, 9). Saavutettavissa olevan ekologisen tilan perusteella luokitteluasteikkoja on viisi: paras, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019). Arviolta 68 % Suomen jokivesistöjen pintavesistä on ekologiselta tilaltaan hyviä tai erinomaisia (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2020). Raisonjoen ekologinen tila sen sijaan on toistaiseksi huono (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).

Joelle ominainen savisameus, jokeen valuva runsas ravinnekuormitus sekä suuret virtaamavaihtelut yhdessä vaikuttavat Raisonjoen ekologiseen tilaan sitä heikentävästi. Joen kemiallinen tila on hyvä. Kemiallisen tilan arvioinnissa huomioidaan vedessä olevien vaarallisten ja haitallisten aineiden pitoisuuksia suhteessa laissa asetettuihin ympäristölaatuunormeihin. Luokittelu asteikkoja on kaksi: hyvä ja huono. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019). Hankkeen vireillepanon aikana, vuonna 2016, Raisonjoki oli luokiteltu voimakkaasti muutetutuksi vesistöksi patoamisen vuoksi (Varsinais-Suomen

ELY-keskus & Raision kaupunki 2016). Hankkeen toteutumisen myötä kyseinen luokitus tulee poistumaan (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).

Voimakkaasti muutetulla vesistöllä tarkoitetaan vesimuodostumaa, tässä yhteydessä säännösteltyä Raisionjokea, jossa ”hyvän ekologisen tilan saavuttamiseksi tarpeelliset hydrologis-morfologiset toimenpiteet aiheuttaisivat merkittävää haittaa vesistön tärkeälle käytölle.” (Suomen ympäristökeskus 2013,3). Jotta vesistö voidaan luokitella voimakkaasti muutetuksi, sen on täytettävä kolme edellystä, jotka on annettu laissa vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 2004/1299 (Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 2004/1299, 22§). Joen virtaamamuutokset, patojen muodostamat kulkuesteet, sekä rakenteelliset muutokset uomissa ja vesistön rannoissa ovat keskeisiä tarkastelunkohteita hydrologis-morfologis kriteeritarkastelua tehtäessä. Tarkastelua ei kuitenkaan tehdä, mikäli vesimuodostuma nimetään voimakkaasti muutetuksi ympäristöministeriön työryhmän vuonna 2005 antamien suorien kriteerien perusteella. (Suomen ympäristökeskus 2013, 5–6.)

#### 2.4 Alueen patojen historia

Raisionjoen ennallistamishankkeeseen kuuluu kolme säännöstelypatoa, joista kaksi sijaitsevat Raision kaupungin puolella: Hintsan pato ja Hintsalähteenmäen pato. Kolmas pato, Merttelän pato, sijaitsee Ruskon kunnan puolella. Hankkeeseen kuuluu lisäksi Hintsan padon yläpuolella sijaitseva Myllypato, joka puretaan kokonaan pois. Lisäksi noin kilometrin päähän Hintsalähteenmäen padosta yläjuoksun suuntaan rakennetaan uusi pohjapato.

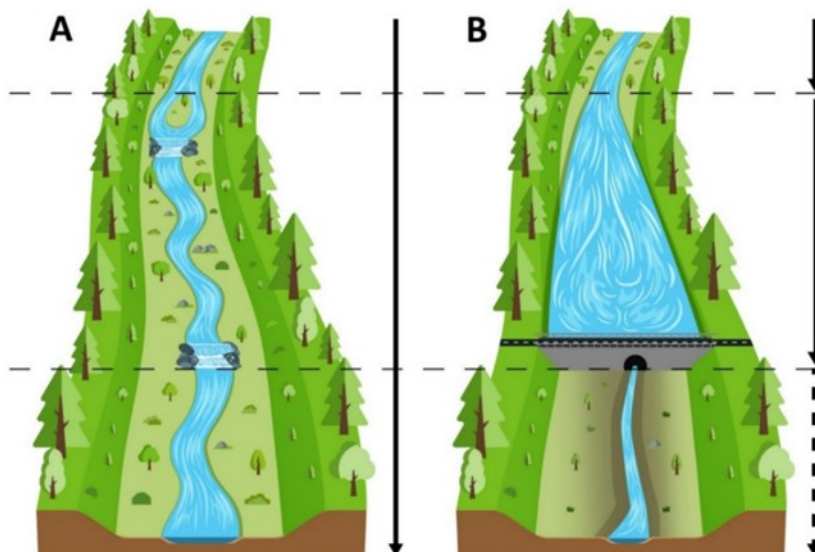
Patojen historiasta saatavissa oleva tieto pohjautuu lähes poikkeuksetta alueella asuvien sukujen muistelmiin. Myllypadon yhteydessä oli mylly sahoineen vuodesta 1897 aina vuoteen 1956. Myllypadon sijainti suhteessa jokeen on hieman vaihdellut ajan saatossa, sekä se on tuhoutunut kaksi kertaa tulipalossa. Alkuperäinen pato rakennettiin maavallista ja hirsistä, mutta vuonna 1941 rakennettu Myllypato sen sijaan rakennettiin betonista. Aikoinaan alueelle perustettu Raision–Naantalin vesilaitos loi myös tarpeen Raisionjoen

säännöstelypadoille. Ensimmäinen alueelle rakennettu pato oli Hintsan pato vuonna 1956. Alueen lisääntyneen vedentarpeen vuoksi päädyttiin rakentamaan Hintsä-Lähteenmäen pato vuosina 1962-1963. Hintsä-Lähteenmäen padon kohdalla oli jo tuolloin eräänlainen alkeellinen hirsirakenteinen patorakennelma, jonka tilalle rakennettiin nykyinen betonipato. Merttelän pato rakentui vesilaitoksen lisääntyneen raakavesivarastojen tarpeen myötä vuonna 1970. (Koivisto 2003, 31–35).

## 2.5 Hankkeen ajankohtaisuus

Hankkeen ajankohtaisuuden taustalla vaikuttavat Raisionjoen vedenhankinnan ja -käytön, säännöstelypatojen tarpeellisuuden ja ympäristöolosuhteiden muuttuminen. Yleinen arvomaailman muuttuminen vuosikymmenen takaiseen tilanteeseen verrattuna vaikuttaa merkittävästi hankkeen ajankohtaisuuteen. Hanketta puoltavat lisäksi Raision kaupungin omat intressit, kuten ylläpito- ja kunnossapitokustannusten merkittävä pientyminen. Säännöstelypadoille on lisäksi haettu säännöstelylupien lakkauttamista, joka vaikuttaa suoraan padoilla suoritettavaan valvontatarpeeseen. (Varsinais-Suomen ELY-keskus & Raision kaupunki 2016).

Nyt tarpeettomat säännöstelypadot sekä Myllypato estävät vesieliöstön vapaan liikkumisen joessa ja samalla heikentävät rantavyöhykkeiden monimuotoisuutta. Virtavesien patoamista pidetään yhtenä merkittävämmistä uhista maailman virtavesille, sillä se vaikuttaa suoraan eliöyhteisöihin estäen niiden luontaista liikkumista jokiverkostossa ja muuttaen jokivesien luontaista hydrologista dynamiikkaa. Luontaisissa jokijatkumossa vuorottelevat koski- ja suvanto vaiheet joen mutkitellessa uomaansa pitkin. Padotetussa joessa joen ja valuma-alueen keskenäinen yhteys on heikentynyt eikä joen etenemä ole luonnollista (kuva 2). (Rinnevalli ym. 2021, 9–11).



Kuva 2. Kuvitteellinen kuva luonnontilaisesta joesta (A) ja patoaltaan padottamasta joesta (B). (Rinnevalli ym. 2021,12).

Luonnon suojelemiseksi ja ekosysteemin rappeutumisen estämiseksi Euroopan Unioni on laatinut vuoteen 2030 ulottuvan biodiversiteettistrategian. Strategian tavoitteen on erilaisten sitoumusten ja toimien avulla elvyttää Euroopan luonnon biologinen monimuotoisuus tavoiteaikaan mennessä. Yhtenä strategian tavoitteena on ennallistaa vähintään 25 000 km Euroopassa luonnollisesti virtaavista joista. (European Commission 2021, 1,14). EU:n biodiversiteettistrategia näkyy myös Suomen ympäristöministeriön käynnissä olevissa hankkeissa, kansallisesta biodiversiteettistrategiasta sekä toimintaohjelmasta (Ympäristöministeriö 2021). Raisonjoen ennallistamishanketta voidaankin jossain määrin kutsua suunnannäyttäjäksi vastaaville hankkeille juuri ajankohtaisuutensa ja laajuutensa vuoksi, mutta ennen kaikkea hankkeen myötä saavutettujen hyötyjen vuoksi.

## 2.6 Hyödyt

Patoturvallisuuslaki velvoittaa padon omistajaa pitämään padon sille asetettujen vaatimusten mukaisessa kunnossa siten, että se toimii suunnitellulla tavalla ja

on turvallinen (Patoturvallisuuslaki 494/2009 §15). Hintsan padon ollessa yhdistetty maa- ja betonipato lukeutuu sen kunnossapitoon monia erilaisia tarpeen tullen tehtäviä kunnossapitotöitä ja näin ollen vuosittaisia kuluja. Näitä ovat esimerkiksi luiskan verhouksen korjaukset, kasvillisuuden poisto, betonipintojen paikkaukset ja padon luukkujen- ja tarkkailulaitteiden kunnossapito (Isomäki ym. 2012, 34). Padon ennallistamisen myötä ylläpito- ja kustannuskulut pienenevät, sillä esimerkiksi luukku- ja tarkkailulaitteille ei ole samanlaista käyttötarvetta ja näin ollen kunnossapitotarvetta.

Myös patoturvallisuuden näkökulmasta hyödyt ovat suuria. Esimerkiksi Hintsan padolla tehtävät uudet alapuoliset täytöt sekä patorakenteen loiventaminen ehkäisee sortumavaarariskiä. Lisäksi hankkeen valmistumisen myötä säännöstelypatojen patoluokitusta ja Myllypadon merkintää patoluokitusjärjestelmässä on haettu lakkautettavaksi, jolloin patoturvallisuuslain mukaiset veloitteet lakkaisivat olemasta voimassa muutamia patoturvallisuuslain pykälää lukuunottamatta, jotka koskevat kunnossapitoa, käyttöä, valvontaa ja onnettomuuksien ehkäisyä. (Varsinais-Suomen ELY-keskus & Raison kaupunki 2016, 24,31). Luokituksen poistuttua padot eivät enää kuulu jatkuvan valvonnan alaisuuteen eikä niistä voi aiheutua enää patoturvallisuuslain mukaista vahingonvaaraa (Patoturvallisuuslaki 494/2009 §23).

Tällä hetkellä alueen virkistyskäyttö on vähäistä, mutta hankkeen myötä alueen virkistyskäytön potentiaali kasvaa ja mahdollistaneet tulevaisuudessa erilaisten aktiviteettien harjoittamisen alueella (Niemi 2022). Esimerkiksi jokiympäristön käyttö virkistyskalastusalueena lisääntyy tulevaisuudessa. Alueen maiseman ollessa tällä hetkellä hyvin maatalouspainotteinen ja vaatimaton, tulee alueen maisemallinen lisäarvo kasvamaan huomattavasti.

Hanke tukee myös vahvasti Raisonjoen vesihoidollisia tavoitteita ja niiden toteutumista. Luonnonmukaistetut virtaama- ja vedenkorkeusvaihtelut parantavat eri vesieliöiden elinolosuhteita alueella, sekä lisäävät rantojen monimuotoisuutta. Rakenneratkaisujen myötä joen suuret ja äkilliset virtaamavaihtelut pienentyvät ja sen seurauksena nykyinen hydromorfologinen



tila paranee ja tulevaisuudessa voidaan mahdollisesti luopua Raisonjoen luokituksesta voimakkaasti muutetuksi vesistöksi. Yhtenä merkittävimmistä hyödyistä tulee olemaan vaelluskalojen nousun mahdollistaminen Raisonjokeen. Myös kutusoran lisääminen mahdollistaa lisääntymis- ja pienpoikaisalueiden alaa. (Varsinais-Suomen ELY-keskus & Raison kaupunki 2016, 23).

### 3 Pato rakenteena

Pato on yksilölliseen tarpeeseen rakennettu, usein seinämäinen tai vallimainen rakenne laitteistoinen, jonka tarkoituksena on padottaa haluttu aines rakenteensa taakse. Tavallisesti pato palvelee useita eri käyttötarkoituksia. (RIL 123 – 1979, 54).

#### 3.1 Patojen historia

Historian ensimmäiset tunnetut padot ovat olleet maapatoja, joita on rakennettu muinaisten egyptiläisten, kiinalaisten ja intialaisten toimesta jokirantojen suojaksi. Egyptistä on löydetty maailman todennäköisesti vanhimman kivitäytepadon rauniot, jonka oletetaan olleen rakennettu 3 000 vuotta sitten. Nykyisen padonrakentamisen ensimmäisiä teorioita ja laskentamenetelmiä kehitettiin 1800-luvun puolivälin Ranskassa. Myös betonipadot alkoivat yleistymään patorakenteissa 1800-luvun loppupuolella. (RIL 123–1979, 56).

Nykyisen Suomen alueella 1200-luvulla tapahtunut tekniikan kehitys mahdollisti vesivoiman käytön ja uomien padotuksia rupesi ilmestymään jokimaisemaan. 1700-1850 luvulla maatalouden kehittyminen näkyi vesistöjen vesipintojen sääntelyssä ja tulviin varautumiseen ruvettiin kiinnittämään entisestään huomiota (Eloranta 2010, 21-22). Nykyisen patokannan juuret löytyvät kuitenkin lähihistoriasta, sillä sotien jälkeistä aikaa voidaan pitää maamme patojen rakentamisen kulta-aikana vesivoimalaitosten yleistymisen myötä (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus). Ensimmäisten säännöstelyhankkeiden alkuperäinen tarkoitus on kohdistunut tulvansuojelutarkoituksiin, vaikka lainsäädännönvuoksi ne on toteutettu juuri voimataloushankkeina (RIL 141 – 1982, 244).

### 3.2 Padon määritelmä ja keskeinen lainsäädäntö

Patojen suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito ja käyttö, sekä varautuminen onnettomuustilanteisiin, sekä viranomaistehtävät ja valvonta perustuvat patoturvallisuuslakiin (494/2009) ja patoturvallisuusasetukseen (319/2019). Edellä mainitun lain ja asetuksen velvoittavan sisällön täydentämiseksi ja selventämiseksi on laadittu patoturvallisuusopas. Patoturvallisuuslain 4 §:n mukaan laissa tarkoitetaan:

1) padolla seinämäistä tai vallimaista rakennetta, jonka tarkoituksena on pysyvästi tai tilapäisesti estää rakenteen takana olevan nesteen tai nestemäisesti käyttäytyvän aineen leviäminen taikka säädellä padotun aineen pinnan korkeutta

2) vesistöpadolla vesistössä olevaa patoa.

Patoturvallisuuslain ja -asetuksen lisäksi keskeisiä lakeja ovat vesilaki 587/2011, maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, ympäristönsuojelulaki 527/2011 ja pelastuslaki 468/2003.

### 3.3 Patoturvallisuusopas

Vuonna 2012 julkaistu patoturvallisuusopas korvasi vanhan patoturvallisuusohjeen vuodelta 1997. Vuonna 2018 oppaasta julkaistiin päivitetty versio. Oppaan sisältö ei ole oikeudellisesti velvoittavaa, vaan nimensä mukaisesti se on opas, jonka tarkoituksena on selventää lukijalleen patolainsäädäntöä. Patoturvallisuuslaki 494/2009 ja valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta 319/2010 toimivat oppaan perustana. Oppaasta löytyy

listaus aiheeseen liittyvistä muista keskeisistä laista ja asetuksista. Patoturvallisuusoppaassa on viisi lukua johdanto poislukien, jotka ovat

- Patoturvallisuutta koskevien säädösten soveltaminen
- Padon suunnittelu ja rakentaminen
- Padon luokittelu ja patoturvallisuusasiakirjat
- Vahingonvaaraselvitys, turvallisuussuunnitelma ja onnettomuustilanteet
- Padon kunnossapito, käyttö, tarkkailu ja tarkastukset

Kukin luku on rakennettu siten, että luvun nimensä mukaisesta aiheesta on esitetty yksi tai useampi lain tai asetuksen pykälä, joka on pyritty selventämään ja yksinkertaistamaan lukijalle. Lisäksi oppaassa on 18 liitesivua, joista liitteet 1–8 on tarkoitettu padon omistajille mallipohjiksi ja liitteet 9–18 toimivat lisämateriaaleina. Liitteessä 18 on patoaiheinen käsiteluettelo selityksineen.

### 3.4 Patojen jaoittelu

Patojen ryhmittely ei ole yksiselitteistä, sillä niiden suunnitteluun vaikuttavat paikalliset olosuhteet, sekä padolle asetetut vaatimukset. Staattisen toimintansa perusteella padot voidaan jakaa gravitaatiopatoihin ja holvipatoihin.

Gravitaatiopadon toiminta perustuu sen oman painon ja maaperän kitkan väliseen kykyyn vastustaa horisontaalista veden painetta, joka rakenteeseen kohdistuu. Esimerkiksi betonipadot ovat gravitaatiopatoja. Holvipato on muodoltaan kovera patoaltaaseen päin. Sen toiminta perustuu vesipaineen jakautumiseen laaja-alaisesti padon pintaa vasten johtuen sivuilla oleviin tukiin tai kallioon. Mahdollistaen sen rakentamisen kapeisiin olosuhteisiin esimerkiksi kalliolaaksoihin. (RIL 123 – 1979, 55,70).

Puhekielessä on ymmärrettävämpää tehdä jaottelu padon käyttötarkoituksen tai rakenteen mukaan. Esimerkkejä käyttötarkoituksen mukaan jaotelluista padoista ovat vesistöpato ja jätepato. Suomessa padot on jaoteltu näihin

kahteen kategoriaan. Vesistöpato padottaa vettä esimerkiksi vesivoiman tuotannon tarpeisiin kun taas jätepato patoaa teollisuustuotannossa syntyviä haitallisia aineita. (Vesi 2020). Rakenteellisesti padot voidaan jakaa maaineksista tehtyihin maapatoihin tai betonista/betonielementeistä rakenennettuihin patoihin. Jako ei kuitenkaan ole niin yksiselitteistä, sillä patokokonaisuus voi koostua erilaisista toisiinsa liittyvistä rakenteista. (Vesi 2021).

### 3.4.1 Vesistöpato

Vesistöpato on yleisnimitys vesistössä olevalle rakenteelle, jonka ideana on padottaa vettä (Vesi 2020). Vesistöpatoja ovat esimerkiksi säännöstelypato, pohjapato ja tulvapenger. Veden virtaamia ja korkeuksia voidaan säädellä säännöstelypatojen avulla. Säännöstelypadot palvelevat usein useita samanaikaisia käyttötarkoituksia. (RIL 141 – 1982, 244). Olennainen osa säännöstelypatoa on padon rakenteisiin tai sen yhteyteen sijoitettava rakenne veden ohjuoksutusta varten. Tällaista rakennetta voidaan kutsua tulva-aukoksi tai vedenottoaukoksi. (RIL 123 – 1979, 54).

Pohjapato on kivistä, sorasta tai puusta rakennettu luonnonkoskea muistuttava patorakenne, joka hidastaa ja tasaa veden virtaamaa. Esimerkiksi pohjapadolla voidaan hidastaa tulva-aikaista veden läpivirtausta. Pohjapadot estävät myös kiintoaineen huuhtoutumista ja laskuojien jatkuvaa eroosiota sekä mahdollistavat vaelluskalojen kulkemisen. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2014). Alueella, jossa veden virtaama on pientä, riittää pohjapatorakenteeksi usein kiviverhoilu ja suodatinkangas. Virtaaman kasvaessa rakenne on usein monipuolisempi, esimerkiksi louheesta ja moreenista rakennettu pengertäyttö. Lisäksi rakenteeseen voidaan upottaa vahvikkeeksi tukiseinämää esimerkiksi teräspontteja. (Metsänhoidon suositukset).

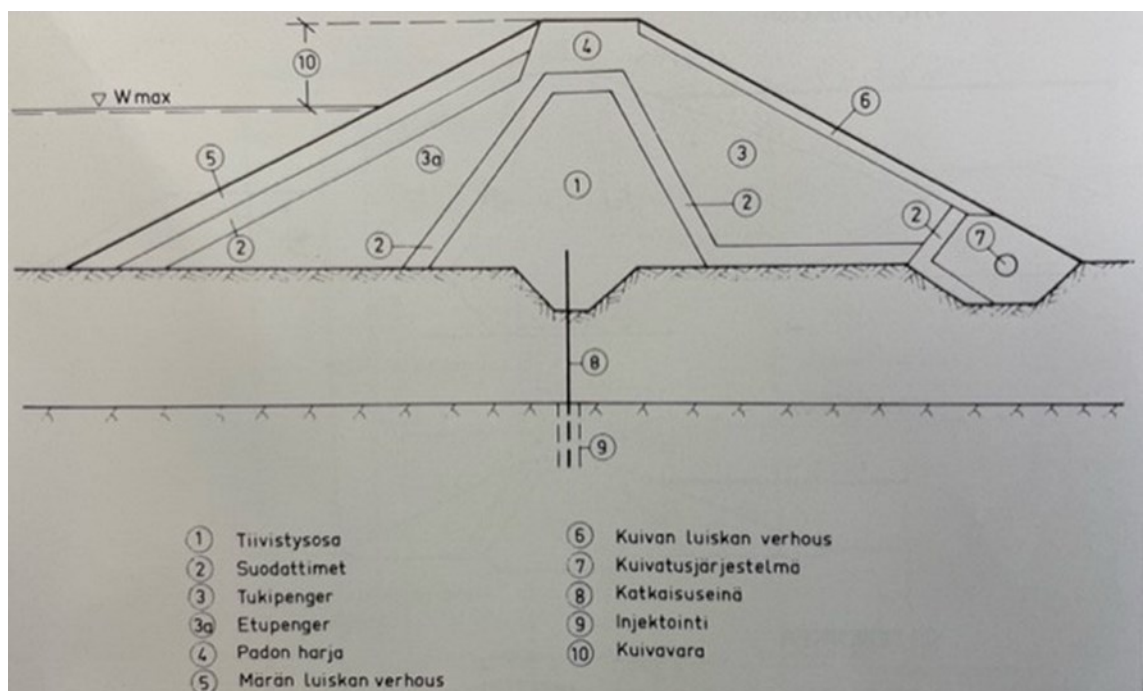
Tulvapenkereellä tarkoitetaan vesistöä myötäilevää pengertä, jonka tarkoituksena on estää tulvan aikaan saamia vahinkoja ennen tulvaa ja sen

aikana. Rakenteeltaan tulvapenger muodostuu usein alueella olevista materiaaleista. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2013).

Tulvapenkereen hydrologinen mitoitus riippuu tulvasuojelutarpeesta. (Isomäki ym. 2012, 9)

### 3.4.2 Maapato

Maapato kuuluu gravitaatiopatoihin. Rakennusmateriaaleina voidaan käyttää moreenia, hiekkaa, louhetta tai soraa. Maapadot ovat joko tiivistetystä maasta tehtyjä homogeenisiä tai vyöhykkeellisiä patoja. Maapadossa kuormitukset siirtyvät perustalle kitkan ja koheesion välityksellä riippuen rakennusmateriaalista. Padon tilavuudesta vähintään 50% on maata.



Kuva 3. Maapadon rakenteelliset osat. RIL 123 – 1979, 73.

Suomessa geologiset olosuhteet ovat otolliset maapadoille, sillä niiden suosio perustuu osittain materiaalien saatavuuteen rakennusympäristöstään ilman erilaisia käsittelymenetelmiä. Lisäksi perustamisolosuhteiden ollessa haastavia, maapato sallii suhteellisen suuret muodonmuutokset ja betonipatoon verrattuna rasittaa vähemmän pohjaolosuhteita. Padon lopullinen rakenne riippuu rakennuspaikan ja materiaalin lisäksi myös padon käyttötarkoituksesta, koosta ja käytettävissä olevasta kalustosta. (RIL 123 – 1979, 71-72).

Maapadoille tyypillisimmät vauriot kohdistuvat luiskaverhouksiin, joita kuluttavat muun muassa eroosio, routa, sade- ja suotovedet. Myös erilaiset painumat ja suotoveden aiheuttamat vauriot ovat mahdollisia. (Mäkitalo 2013, 40-41).

### 3.4.3 Betonipato

Betonipadot voivat olla joko gravitaatio- tai holvipatoja. Kaikki Suomessa esiintyvät betonipadot ovat gravitaatiopatoja. Betonipadot ovat voimalaitosrakenteiden yhteyteen rakennettaessa aina ensisijainen vaihtoehto. Betonipato on myös kokonaistaloudellisesti kannattavampi vaihtoehto kuin maapato, mikäli maapadon rakennusmateriaaleja ei ole saatavilla, rakennusolosuhteet ovat haastavia tai työnaikaiset järjestelyt muodostuvat kohtuuttoman suuriksi. Niiden perustan kantavuus on kuitenkin yksi tärkeimmistä tarkastelun keskiössä olevista asioista, sillä niihin kohdistuvat rasitukset ovat maapatoihin verrattuna yleensä suurempia. Tämän takia myös betonipadot ovat herkkiä epätasaisille painumille. Tyypillisimpiä vaurioita betonipadoilla ovat pakkasen ja jäätymis-sulamisrasituksen aiheuttamat vauriot vesirajalla. (Mäkitalo 2013, 42, 64-65)

### 3.5 Patojen luokitus

Patoturvallisuuslain 494/2009 10 §:n mukaan pato on luokiteltava ennen sen käyttöönottoa samaisessa laissa luvussa kolme säädettyjen pykälien mukaan. Luokittelu edellyttää hyväksyttävän vahingonvaaraselvityksen ja

tarkkailuohjelman laatimisen. Sekä vahingonvaaraselvityksen että tarkkailuohjelman laajuus määräytyvät padon patoluokan mukaan. Patoluokka vaikuttaa padolle asetettuihin vaatimuksiin, ominaisuuksiin, sekä padon omistajalle annettuihin velvoitteisiin, joten patoluokka tarkennetaan jo suunnitteluvaiheessa.

Vahingonvaaraselvitys tarkoittaa padon omistajan tekemää selvitystä padon mahdollisesta aiheuttamasta vahingosta ihmisille, omaisuudelle ja ympäristölle. Tarkkailuohjelma on padon omistajan laatima, nimensä mukaisesti tarkkailuohjelma, jossa ilmenee miten patoturvallisuuteen vaikuttavia seikkoja seurataan padon käyttöönoton ja käytön aikana. Tarkkailuohjelma muodostuu jatkuvan tarkkailun lisäksi vuosi- ja määräaikaistarkastuksista.

(Patoturvallisuuslaki 494/2009 luku 3).

Suomessa on tällä hetkellä tilastojen mukaan 547 luokiteltua patoa (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2013). Luokittelu koskee vesistö-, jäte- ja kaivospatoja, tulvapenkereitä, sekä lain tarkoittamia tilapäisiä patoja. Tilapäisiä patoja ovat muun muassa työpädot. (Isomäki ym. 2012,18). Jos padosta ei aiheudu vaaraa, voidaan pato patoturvallisuusviranomaisen toimesta jättää luokittelematta. Tällaiseen patoon sovelletaan kuitenkin patoturvallisuuslain muita pykäläiä, jotka koskevat padon käyttöä, kunnossapitoa ja onnettomuuksiin varautumista. (Patoturvallisuuslaki 494/2009 11§)

Padot luokitellaan kolmeen luokkaan vahingonvaaran perusteella.

Vahingonvaaralla tarkoitetaan onnettomuuden sattuessa aiheutuvaa vaaraa ja sen vakavuutta. Luokittelussa otetaan huomioon vedenpinnan äkillinen aleneminen padon yläpuolella ja sortumatilanteen synnyttämä tulva-aalto padon alapuolella ja näiden aiheuttama vahingonvaara.

Onnettomuuden sattuessa 1-luokan padossa mahdollinen vaara kohdistuu ihmishenkeen ja terveyteen tai luo huomattavan vaaran ympäristölle ja omaisuudelle. Vaaratilanne katsotaan syntyväksi esimerkiksi tilanteessa, jossa padon alajuoksulla sijaitsevaan pysyvään asuin- tai vapaa-ajan rakennukseen kohdistuu sortumatilanteessa tulva-aaltoriski.



2-luokan padossa vahingonvaaraa voi aiheutua terveydelle, mutta ei suoraan ihmishengelle. Myös ympäristöön tai omaisuuteen kohdistuva haitta on vähäistä suurempaa, mutta ei merkittävää. Suuriin vesistöihin liittyvät säännöstelypadot ovat usein luokiteltu 2-luokan padoiksi. 3-luokan padossa aiheutuva vahingonvaara on vähäistä.

1-luokan padoista tulee aina tehdä laaja vahingonvaaraselvitys. 2- ja 3-luokan padoille riittää usein patoturvallisuuslain 9 §:ssä mainittu vahingonvaaraselostus ellei patoturvallisuusviranomaisen toisin määrää. (Isomäki ym. 2012, 18–19)

### 3.6 Hydrologia

Luonnossa tapahtuva jatkuva vedenkiertokulku vaikuttaa olennaisesti patorakenteiden suunnitteluun, mutta myös turvalliseen työskentelyyn padoilla. Sadanta, haihdunta, valunta ja veden eri muodoissa tapahtuva varastoituminen ovat hydrologisen kierron perussuureita. Ne kuvaavat vesimääriä pinta-alayksikköä kohti. Yksikkönä käytetään usein millimetriä. Tarkasteltavan ajanjakson pituus voi olla esimerkiksi vuorokausi, kuukausi tai vuosi.

Patoihin liittyvissä asiakirjoissa törmää useimmiten puhuttavan johdetuista suureista, valumasta ja virtaamasta sekä valitussa korkeustasossa mitatusta vedenkorkeudesta. Virtaama on uoman poikkileikkauksen läpi aikayksikössä kulkeva vesimäärä. Vesistön virtaaman vaikuttaa sadannan ja haihdunnan erotus, valuma-alueen maantieteellinen sijainti ja järvisyys. Valunnalla tarkoitetaan maa-alueilta vesistöihin kulkeutuvaa vettä. Valunta käsitteenä voidaan erotella kolmeksi eri valuntamuodoksi, jotka ovat pintavalunta, pintakerrosvalunta ja pohjavesivalunta. (Vakkilainen 2003, 1–3, 7, 9).

Alueen valuntaoloihin vaikuttaa eri aluetekijät, kuten geologiset piirteet ja alueen kasvillisuus sekä ilmastolliset tekijät (Korhonen 2007, 16). Padolle hydraulista mitoitusta tehdessä törmätään usein seuraaviin käsitteisiin: ylivesi (HW), hätäylivesi (hätä-HW), ylivirtaama (HQ), keskivesi (MW) ja alivesi (NW). (Hintsan padon suunnitelmaselostus 2016, 4)

Suomessa vuosisadanta on suurinta etelärannikolla, mutta maantieteellisestä sijainnista riippuen sadanta vaihtelee 500-700 mm välillä. Sadanta on tavallisesti suurinta elokuussa ja pienintä maaliskuussa. Luonnossa haihtumista tapahtuu veden, lumen ja jään pinnasta, maasta ja kasvustosta. Padon olosuhteita tarkasteltaessa olennaisempi käsite on kuitenkin veden pinnasta tapahtuva haihdunta, joka riippuu pelkästään energia- ja ilmastotekijöistä. (Vakkilainen 2003 7, 9).

### 3.7 Ilmastonmuutoksen vaikutus

Ilmastonmuutos vaikuttaa myös suoraan vesistöihin. Vesistöjen lämpenemisen myötä haihdunta lisääntyy ja sään ääri-ilmiöt yleistyvät. Sadannan on arvioitu lisääntyvän, mikä lisää tulvariskiä. Kevät ja talvi on oletettavasti nykyistä leudompia ja lämpimämpiä. Lumen sulaminen talvella lisää vesistöjen virtaamaa. Talvivaluntojen kasvaessa myös ravinnekuormitus lisääntyy. (Veijalainen 2019). Esimerkiksi jokien pintaan ei välttämättä muodostu entiseen tapaan jääkansiä. Jääkansi vaikuttaa muuonmuassa joen virtausnopeuteen ja kiintoaineen huuhtoutumismäärään. Ilman jääkantta vesistö ei pysty luonnolliseen tapaansa rauhoittumaan talviaikaan.

Lisääntyvät tulvat aiheuttavat maa-aineksen huuhtoutumista, joka on ongelmallista sillä joen valuma-alueen maaperästä huuhtoutuva eloperäinen aines ja ravinteet ovat osa joen elinvoimaisuutta. Jatkuva sulan ja pakkasen vaihtelu lisää myös vesistökuormitusta. Eri eliöstöille tämä tuottaa haasteita muu muassa ravinnon hankinnan kannalta. (Kämäri 2016).

### 3.8 Viranomaiset ja velvollisuudet

Patoturvallisuuden viranomaistehtävät perustuvat patoturvallisuuslakiin ja –asetukseen. Patoihin liittyvä toiminnan yleinen ohjaus, seuranta ja kehittäminen kuuluu maa- ja metsätalousministeriölle. Patoturvallisuusviranomaisena toimii koko maassa maa- ja metsätalousministeriön määräämä Kainuun ELY-keskus.

Patoturvallisuusviranomaisen valvoo, että padon omistaja hoitaa velvoitteensa, sekä muun muassa vastaa patojen luokittelusta ja patotietojärjestelmän ylläpidosta. Yleisesti patojen pelastustoiminta onnettomuustilanteissa ja pelastustoimen suunnitelmien laadinta onnettomuuksien varalle kuuluu alueen pelastusviranomaiselle. Tässä hankkeessa ne kuuluvat Varsinais-Suomen pelastuslaitokselle. (Vesi 2021).

Padon omistajan velvollisuuksista on kirjattu patoturvallisuuslain ja –asetuksen eri pykäliin. Padon omistaja on velvollinen suunnittelemaan, rakentamaan, korjaamaan ja kunnostamaan padon turvallisesti. Myös padon ylläpito, tarkkailuohjelman noudattaminen, ajantasaisten asiakirjojen toimittaminen oikeille tahoille, säännösten ja määräysten noudattaminen sekä vahingonvastuu ja -ehkäisy kuuluvat padon omistajan velvollisuuksiin. (Patoturvallisuuslaki 494/2009 luku 3)

### 3.9 Hintsan pato

Kuntainliitto Raision–Naantalin vesijohtolaitoksen perustamista vuonna 1957 voidaan pitää Raisionjoen säännöstelypatojen rakennustöiden käynnistäjänä. Maaperätutkimusten perusteella padot päädyttiin rakentamaan Raision Mahittulaan. Kuitenkin jo vuonna 1956 esitetyn suunnitelman mukaan Hintsan pato rakennettiin Mahittulaan Hintsan kartanon kohdalle, Urho Haaviston 1930- ja 1940-lukujen vaihteessa rakennuttaman joen yli johtavan sillan paikalle. Muihin tähän urakkaan kuuluviin patoihin nähden Hintsan pato sijaitsee niiden alajuoksulla lähellä Turun Kehätietä. Rakennusvaiheessa joki tukittiin tilapäisellä maavallipadolla, joka tehtiin 50 metrin päähän yläjuoksun suuntaan. Väliaikainen ratkaisu mahdollisti betonivalujen tekemisen ja pato saikin nykyisen ilmeensä unohtamatta vuosien saatossa tehtyjä tarpeellisia kunnossapitotöitä. (Koivisto 2003, 31–35).

### 3.10 Hintsan padon rakenne ennen ennallistamishanketta

Hintsan pato on patoluokaltaan 2-luokan yhdistetty maa- ja betonipato, jonka yli kulkee tieyhteys (kuva 4). Patotyypiltään se lukeutuu vesistöpatoihin. Padon tulvakynnys on varustettu tasoluukulla ja padon vanhoissa rakenteissa on pohjaluukku, sekä padon yläpuolella on niihin liittyviä rakenteita koneistointiin. Pohjaluukku on aikoinaan mahdollistanut veden juoksutuksen luukun kautta.



Kuva 4. Yleiskuva Hintsan padosta ennen muutostöitä.

Vuonna 2014 tasoluukku poistettiin käytöstä ja korvattiin settilankuilla, joita lisäämällä ja vähentämällä voidaan vaikuttaa veden juoksutukseen. (Raision kaupunki 2018) Settilankut muodostavat tiiviin rakenteen päällekkäin pinottuina ja ne kestävät kovan vedenpaineen vuotamatta. Hintsan padolla olevat settilankut ovat noin reilu 4 metriä pitkiä ja 15-20 cm korkeita puulankkuja, joiden sisällä on vahvikkeena teräspalkki (Hydrometa 2021). Jokiuoma on kivikkoinen ja tiheään kasvaneen puuston peitossa (kuva 5).



Kuva 5. Yleiskuva alajuoksun jokiuomasta ennen muutostöitä.

### 3.11 Hydrologia Hintsan padolla

Hintsan padon ollessa vesistöpato on se mitoitettu valtioneuvoston patoturvallisuusasetuksen mukaisesti ”virtaamalle, joka aiheuttaa padolla suurimman juoksutustarpeen. Mitoitus esitetään tätä virtaamaa vastaavan tulvan (mitoitustulva) vuotuisena todennäköisyytenä tai toistuvuutena.” (Valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta 319/2010 2§). Virtaamia Hintsan padon kohdalla on arvioitu eri nomogrammien ja vesistömalleista saatujen tietojen perusteella. Sääntelyluvan mukaiset vedenkorkeudet on esitetty N<sub>2000</sub>-korkeusjärjestelmässä. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2016).

Padolla turvallisen työskentelyn takaamiseksi on äärettömän tärkeää ymmärtää luonnossa tapahtuvan jatkuvan vedenkiertokulun periaatteita ja niiden vaikutuksia padolla. Virtaamaennusteet ovat keskiössä töiden suunnittelussa ja aikataulutuksessa. Töiden aikana Raisiojoen alueen sadantaa, sekä virtaamia ja vedenpinnan korkeuksia padolla on pystytty seuraamaan kaikille avoimen livedata.fi sivuston kautta. Raisiojoen lukeutuessa rannikkoalueen jokiin, on virtaaman ajallinen vaihtelu, sekä tulvajaksojen ja kuivan kauden vaihtelu suurta. (Korhonen 2007)

### 3.12 Laissa määritetyt tarkastukset Hintsan padolla

Padolla on suoritettu viiden vuoden välein patoturvallisuuslain edellyttämä määräaikaistarkastus, joka vuosi tehtävä vuositarkastus sekä kuukausittain tehtävä patotarkastus (Patoturvallisuuslaki 494/2009 luku 3).

### 3.13 Tehdyt tutkimukset ja kunnostustoimenpiteet

Padon ollessa vuosikymmeniä vanha, ovat myös alkuperäiset rakennesuunnitelmat hyvin vanhoja. Uusia rakennesuunnitelmia tehtäessä on pystytty käyttämään hyödyksi vanhoja 50-80 luvulta peräisin olevia suunnitelmakuvia. Suunnitelmakuvien lisäksi tarpeelliset lähtötiedot uusien

rakenteiden suunnitteluun on saatu eri tutkimusten avulla. Hintsan padolle on tehty tarkemittauksia, laserkeilausta ja yläaltaan syvyysluotausta. Apuna on käytetty myös ympäristöhallinnon vesistömallia ja erilaisia suunnitteluohjeita, sekä vedenkorkeus – ja virtaamatietouksia. (Lehmikangas 2022).

Määräaikaistarkastus pöytäkirjoista ilmenee padolla vuosien aikana tehtyjä kunnostustoimenpiteitä.

## 4 Rakennetekniset suunnitelmat

Hintsan patoon liittyvä rakennuselostus koskee nykyisen juoksutusaukon ja kynnyksen loiventamista betonikynnyksin ja maatäytöin. Ohijuoksutusratkaisu on suunniteltu ja mitoitettu ottaen huomioon padolla vallitsevat olosuhteet. Ohijuoksutusratkaisu on välttämätöntä laatia, sillä veden virtausta ei pystytä täysin katkaisemaan settilankkuja säätelemällä vedenpinnankorkeuden äkillisen vaihtelun ja virtaamamäärien takia eikä patorakenteissa ennestään olevaa vanhaa ohijuoksutusputkea pystytä hyödyntämään sen nostokoneiston toimimattomuuden vuoksi.

### 4.1 Ohijuoksutus

Ohijuoksutuksella tarkoitetaan veden hallittua päästämistä padottavan tai muutoin veden luonnolista kulkua säätelevän rakenteen ohitse. Hintsan padolla, työturvallisuuden ja töiden jatkumisen vuoksi, sekä veden virtauksen ja kokonaismäärän hallitsemiseksi on tarpeen suunnitella toimiva ohijuoksutusjärjestelmä. Vaihtoehtoisia ratkaisuja Hintsan padolla veden ohijuoksettamiseen ovat erillisen työpadon rakentaminen yläjuoksun puolelle, tien aukikaivaminen padon vierestä vesipintaan asti tai ohijuoksutuskourun rakentaminen kynnysmuottien yli.

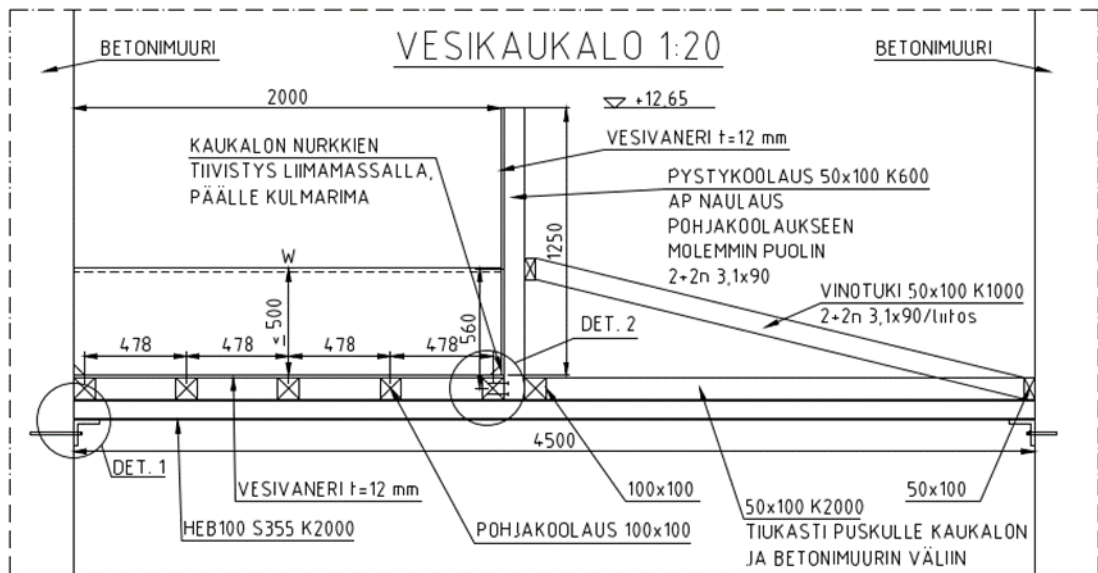
Työpadolla tarkoitetaan väliaikaista patorakennetta, jonka ideana on mahdollistaa työstettävänä olevan padon työt kuivatyönä (RIL 123 – 1979, 95). Aikataulullisesti työpadon rakentaminen ei ole mahdollista, sillä työpato vaatii patoturvallisuuslain mukaisen patoturvallisuusluokituksen joen olosuhteiden vuoksi ja näin ollen se tarkoittaisi merkittäviä muutoksia padon yleisaikatauluun. Toinen vaihtoehto on tien aukikaivaminen turvallisen etäisyyden päästä padon tulvakynnyksestä. Tässä vaihtoehdossa tie kaivetaan auki riittävältä etäisyydeltä padon yläjuoksun puoleiseen vedenpintaan ja auki kaivettu oja teräsponsitetaan eroosioriski huomioiden. Hintsan padon ollessa luokiteltu maapato, kaivuutyöt kuitenkin muodostavat suuren riskin maapatorakenteelle.



Kaivuutyöt rikkovat padon savitiivisteen ja suodatinkerrokset, jolloin riskinä on patorakenteen heikentyminen (Lehmikangas 2022). Kolmas vaihtoehto on rakennettujen kynnysmuottien yli johdettava ohijuoksutuskouru (kuva 6). Ohijuoksutuskourun rakentaminen soveltuu Hintsan padolle niin aikataulullisesti kuin toteutettavuutensa puolesta. Kourun mitoituksesta ja suunnittelusta vastaa pääurakoitsija.

#### 4.2 Ohijuoksutuskourun rakenne

Ohijuoksutuskourun kaukalo on mitoitettu rakenteiden omille painoille sekä vedenpaineelle. Vedenjuoksutuksen osalta mitoitettava vesimäärä on virtaavalle vedelle  $1 \text{ m}^3$ . Vesimäärän kasvaessa tätä suuremmaksi, vesi purkautuu yli kourusta. Kouru on suunniteltu kulkevan veden virtaussuunnan mukaisesti padon tulvakynnykseltä uloimman kynnysmuotin yli vapauttaen veden jokiumaan. Pituutta suunnitellulla kourulla on noin 20 metriä. Ideana on johtaa virtaava vesi muottirakenteiden yli (kuva 6).



Kuva 6. Ohijuoksutuskourun suunnitelmapiirustus. (Lehtonen M, Vesikaukalon suunnitelma 23.8.2022)

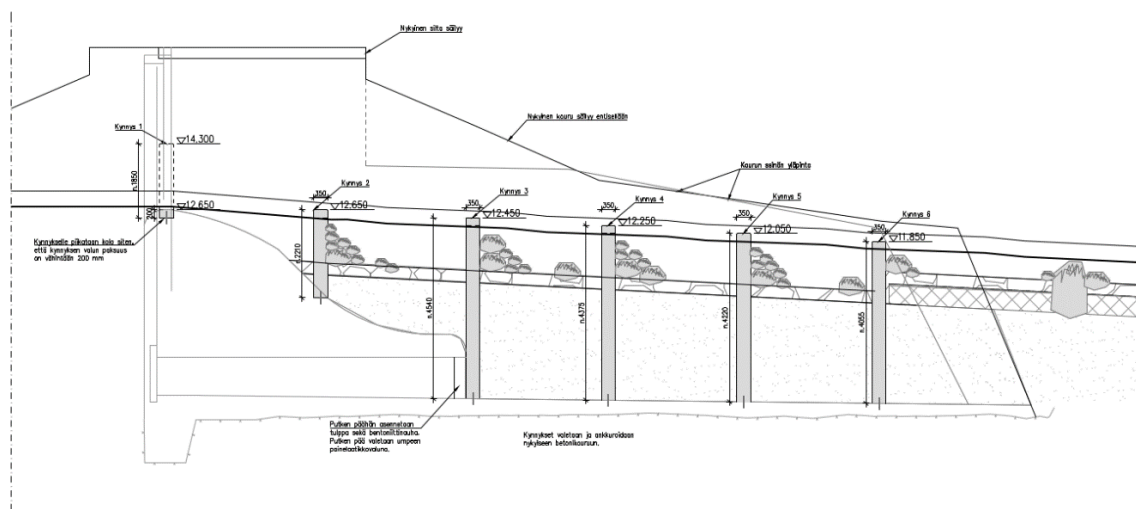
Padon jo olemassa oleviin betonimuureihin porataan ja juotetaan kierretangot suunnitelmassa määritettyjen tartuntojen keskenäisen etäisyyden mukaisesti ja niihin asennetaan kulmateräket. Kulmateräksiin hitsataan kannatinpalkit, jotka muodostavat tukevan pohjan koururakenteelle. Kannatinpalkkien päälle tulee pohjakoolaus, jonka päälle tulee vesivaneri. Kourun leveys on 2 metriä. Kourun seinämä rakentuu pystykoolauksesta ja vesivanerista, jotka tuetaan vino- ja vaakatuilla. Vinotuen vapaa pää kiilautuu padon betonirakenteeseen. Kaukalon nurkat tiivistetään liimamassalla, sekä varmistetaan riittävät ja oikeanlaiset kiinnitykset liitoskohdissa.

#### 4.3 Padon uusi rakenne

Padon nykyiset rakenteet pohjaluukkua lukuunottamatta säilytetään. Tulvakynnyksen aukko muotoillaan mahdollistamaan myös pienen virtaaman aikaan suuremmat vedenpinnan vaihtelut. Uusi kynnysrakenne on mitoitettu tavoitellun keskivedenkorkeuden ja vaihteluvälin perusteella. Nykyisen padon betonikourun pohjaan ja betonikynnysten varaan valetaan kuusi uutta betonikynnystä, joiden välit täytetään pääosin kitkamaa-aineksella. Tarkoin muotoiltu jokiuoma ja pato muodostavat yhdessä luonnonkoskea muistuttavan kokonaisuuden, jotka yhdessä mahdollistavat vaelluskalojen nousun joen yläjuoksulle. Betonikynnykset muodostavat allastyypin kalatien.

##### 4.3.1 Betonikynnykset

Betonikynnykset tehdään paikallaan valettuina betonirakenteina (kuva 7 ja 8). Betonikynnykset liittyvät vanhaan betonikoururakenteeseen harjateräs tartunnoin. Betonikynnyksiä rakennetaan kuusi. (Afy 2021) Kynnysten leveys on noin 4,3 m ja korkeus vaihtelee 1,8-4,5 m välillä. Kynnysten keskivedenkorkeus (MW) vaihtelee +12,50 ja +14,30 välillä. Kynnysten yläpintaan muotoillaan 0,5 m leveä alivirtaama-aukko. (Varsinais-Suomen ELY-keskus & Raison kaupunki 2016)



Kuva 7. Leikkauskuva A-A betonikynnysten rakenteesta vanhassa betonikourussa.



Kuva 8. Valetut betonikynnykset, joiden yläpinnassa alivirtaama-aukot.

#### 4.3.2 Betonikynnysten ympärystäytöt

Betonikynnysten välit täytetään maa-aineksella. Välien pohjalle laitetaan kivituhkaa, jonka päälle kitkamaa-ainesta esimerkiksi moreenia. Pinta verhoillaan luonnonkivillä. (Henri Ilmonen, henkilökohtainen tiedonanto 17.10.2022).

#### 4.3.3 Jokiuoman muotoilu ja maisemointi

Padon alapuolinen uoma rakennetaan luonnonmukaiseksi joeksi mukaillen alueen maastonmuotoja ja korkeussuhteita. Jokiuoman pohjatäyttö, kantava rakenne, tehdään kivennäismaalajista, jonka raekoko on 0-600 mm. Kantavan kerroksen päälle tulee savikerros, joka estää veden häviämisen täyttöön pienten virtaamien aikana. Savikerros toimii maatäyttöjen tiiviinä kerroksena, josta vesi ei kulkeudu kantavaan kerrokseen. Savikerroksen päälle asetetaan N4 luokan suodatinkangas, joka estää kerrosten keskenäisen sekoittumisen. Suodatinkankaan päälle tulee luonnonsoraa ja vaihtelevan kokoisia luonnonkiviä. Jokainen kerros tiivistetään suunnitelmissa osoitettujen kerrospaksuuksien mukaan tarpeellista kalustoa käyttäen. (Afry 2021).

Luonnonkivillä toteutettu kiveäminen toteutetaan kala-asiantuntijan kanssa yhteistyönä, jotta varsinaisen virtausuoman kohdalle ja erityisesti alavirtaamauoman kohdalla kalannousun edellytykset täyttyvät. Alivirtausuoman allastuksiin laitetaan kala-asiantuntijan ohjeistuksen mukaisesti kutusoraa. Kutusora toimii kalojen kutupohjana ja elin- ja suoja-alueena. (Penttinen 2021).

Lisäksi uoman pohjalle jätetään kaadettujen puiden kantoja ja runkoja puuainekseksi. Kunnostustoimenpiteiden kannalta puuaines tuo runsaasti positiivisia vaikutuksia uoman ekologiaan. Puuaines toimii parantaa lohikalojen selviytymistä, se toimii pohjasammalien kasvualustana, sekä kiintoaineksen pidättäjänä. Kiveäminen parantaa puuaineksen pidätystä, mikä edistää pohjaeläimistön elinolosuhteita, joka taas edesauttaa kalojen ja muun eliöstön selviytymistä joessa. Kivet muodostavat myös suoja – ja levähdyspaikkoja

kaloille, sekä edistävät joelle tyypillistä virtautumiskäyttämistä. (Jormola ym. 2003, 68, 80–81).

Uoman reunan täyttöalueet ovat pääosin rakenteellisesti samanlaisia kuin varsinainen jokiuoma. Reunan täyttöalueet toimivat tulvaniittyinä, johon kylvetään niittysiemen. Tulvaniityt ovat osan aikaa veden peitossa, jolloin tulva tuo alueelle lietteen mukana ravinteita (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019).

## 5 Työn toteutus

Ennen töiden aloittamista on laadittu rakennuttajan hyväksymä työsuunnitelma. Työsuunnitelma pitää sisällään muun muassa aikataulun, työskentelyalueet ja muut määräysten mukaiset seikat. Työmaalla toteutetaan päivittäistä laadunvalvontaa niille asetettujen vaatimusten mukaisesti, jotka ilmenevät rakenneselostuksessa ja suunnitelmapiirustuksissa. Joka päivä täytetään työmaapäiväkirjaa osana projektinhallintaa. Hintsan padon rakenneselostuksessa on maininta yleisten laatuvaatimusten ja työselitysten ohjeluetelosta ja niiden noudattamisjärjestyksestä.

### 5.1 Laadunvalvonta

Padon betonirakenteiden kuuluessa toteutusluokkaan 2 on padon betonitöistä laadittu betonityösuunnitelma, joka pitää sisällään valukohteiden yleisen toteuttamissuunnitelman. Lisäksi on laadittu valukohtainen betonointisuunnitelma, sekä valupäivänä on täytetty betonointipöytäkirjaa. Betonointisuunnitelmassa käy ilmi valettavan rakenteen kaikki keskeiset asiat, tunnistetiedoista aina itse työn suorittamiseen sille asetettuine vaatimuksineen. Betonityösuunnitelman laatii betonityönjohtaja. Betonointisuunnitelman allekirjoittaa betonityönjohtaja ja sen hyväksyy valvoja. Betonointipöytäkirjaan kirjataan kaikki ilmenneet huomiot betonoinnin edetessä tai sen päätyttyä. (BY 65, 56).

Betonirakenteiden osalta huomiota kiinnitetään muotteihin, raudoitukseen, betonointimenetelmään ja itse betonityön suorittamiseen. Betonoinnin yhteydessä keskiössä ovat betonimassan oikeaoppinen tiivistäminen, lujuudenkehitys ja jälkihoito. Rakennetut muotit tarkastetaan ennen betonivaluja. Tarkastuksessa kiinnitetään erityistä huomiota riittävään tuentaan ja tuentasuuntaan. Kynnysten ollessa pystyrakententeita on niihin kohdistuva valupaine sivusuuntaista, jolloin rakennekorkeuden kasvaessa kasvaa myös niihin kohdistuva muottipaine. (By 71/RIL 149 – 2019, 95).

Betonivalujen yhteydessä otetaan kuusi puristuslujuuskoekappaletta. Näytteitä otetaan yksi per valettava kynnys. Näytteenoton jälkeen näytteitä säilytetään kostenana +20 asteen lämpötilassa, jonka jälkeen ne kuljetetaan betoniasemalle. Näytteet puristetaan 28 vuorokauden ikäisinä. Tuloksien perusteella laaditusta tutkimusraportista ilmenee koe-erän vaatimusten mukainen soveltuvuus. (Henri Ilmonen, henkilökohtainen tiedonanto 17.10.2022).

## 5.2 Työturvallisuus

Työturvallisuudessa noudatetaan urakoitsijan laatiman toiminta- ja laatusuunnitelman mukaisia ohjeita. Veden hydrostaattinen paine muuttuu syvyyden funktiona. Tämä tulee huomioida muun muassa padon settilankkuihin kohdistuvana paineen kasvuna, joka suurenee veden pinnalta kohti pohjaa edetessä. (Hellsten 2013) Padon pohjalla olevien alempien settilankkujen rakennetekniseen kestävyys tulee suhtautua varauksella sekä yleisesti ottaen tulee tunnistaa riskit padotetun veden alapuolella työskenneltäessä.

Patotyön ollessa vesistötyötä on hukkumisriski huomioitava oikeanlaisella pelastusvarustuksella kuten pelastusrenkaalla ja pelastusliiveillä. Muottityön ja betonoinnin mahdollistamiseksi vanhan patorakenteen betoniin kiinnitetään kaiteelliset telineet putoamissuojaukseksi. Jokuoman täyttörakenteita ja maisemointia tehdessä varmistetaan pohjien kantavuus työkoneiden alla.

## 5.3 Muottityöt ja raudoitus

Uudet betonikynnykset kiinnitetään jo olemassa olevaan rakenteeseen harjaterästartunnoin. Ennen tartuntojen tekemistä betonipinnat pestään eloperäisestä maa-aineksesta. Tartuntojen reiät porataan vanhaan betoniin käsiporakoneella, jonka jälkeen harjaterästangot juotetaan kemiallisella ankkurointimassalla.

Betonikynnysten muotit ovat paikallaanrakennettuja pystypuumuotteja. Kunkin kynnyksen muottirunko tehdään vajaanarmaisesta sahatavarasta, joka paneloidaan raakaponttilaudalla. Muottien sisäpuolinen tuenta tehdään alumiinitangoilla ja ulkopuolinen tuenta betoniin kiinnittämiseen sopivin menetelmin esimerkiksi ankkurinauloilla. Näkyviin kulmiin tehdään kulmarimaviisteet ja kunkin kynnyksen yläosan muottiin tehdään suunnitelmien mukaiset alivirtaama-aukot. Muotin alaosaan jätetään aukko veden virtauksen mahdollistamiseksi. Aukko paneloidaan umpeen valupäivänä. Raudoitus toteutetaan rakennepiirustusten mukaisesti. (Henri Ilmonen, henkilökohtainen tiedonanto 17.10.2022).

#### 5.4 Betonointi

Betonikynnyksissä käytetään säänkestävää betonia C35/37. Säänkestävän betonin sisältämien suojahuokosten vuoksi se kestää toistuvaa pakkasrasitusta rapautumatta. Rakenteen mitoitusikä on 50 v. Rasitusluokat määräytyvät ympäristöolosuhteiden mukaan ja riippuvat suunnittelijan määrittelemistä rasitustekijöistä. Padolla huomioidut rasitusluokat ovat XC4 ja XF4. XC-luokka tarkoittaa karbonatisoitumisen vaikutuksesta aiheutuvaa korroosiota ja XF-luokka jäätymis-sulamisrasitusta jäänsulatusaineella tai ilman niitä (BY 65, 42).

Betonivalujen valmisteleviin töihin kuuluvat työntekijöiden oikealaisen varustuksen tarkastaminen sekä työtehtävään perehdyttäminen. Lisäksi tarkastetaan muotit ja liitokset sekä varmistetaan muottipintojen puhtaus ja riittävä kosteus. Työhön tarvittavan kaluston toimivuus tarkastetaan ja kaluston rikkoutumisen sattuessa varavälineistöön on varauduttu. (BY, n.da). Valu toteutetaan kertavaluna pumpulla eli kaikki kuusi betonikynnystä valetaan samana päivänä.

Kerralla valettavan betonikerroksen paksuus on noin 300 mm ja nousunopeus noin 500 mm/h. Nousunopeuden ollessa liian suuri aiheuttaa painuminen halkeilua sekä muotteihin kohdistuva valupaine kasvaa liian suureksi. Tämän vuoksi suunnitelmien mukainen nousunopeus on tärkeää. Valunopeuteen



vaikuttaa olennaisesti valettavan betonin ominaisuudet ja käytettävissä oleva tiivistyskalusto. Vapaa pudotuskorkeus on maksimissaan yhden metrin, jotta vältetään betonimassan erottumiselta sen iskeytyessä muottipintaan tai raudoituksiin. (Punkki 2018). Tiivistyksessä käytetään 40-50 mm suurtaajuussauvoja. Jokainen valukerros tiivistetään huolellisesti upottamalla sauva edelliseen kerrokseen. Betoni on riittävästi tiivistynyt, kun ilmakuplien nousu betonin pintaan on lakannut ja massan pinta sauvan ympärillä on tasaantunut. Jälkihoito aloitetaan välittömästi valujen jälkeen teknisen laatusuunnitelman mukaisesti. Muotit puretaan, kun betoni on saavuttanut vähintään 5MN/m<sup>2</sup> puristuslujuuden. Vesi voidaan vapauttaa padotuksen takaa, kun betoni on saavuttanut 60% nimellislujuudestaan. (Henri Ilmonen, henkilökohtainen tiedonanto 17.10.2022).

#### 5.5 Alivirtaamauoman muotoilu

Padon alapuoliseen jokiuomaan rakennetaan luonnonmukaisena kalatienä toimiva alivirtaamauoma. Alivirtaamauoma muotoillaan eri raekokoisilla maa- ja kiviaineksilla. Alivirtaamauoma yhtyy valettuihin betonikynnyksiin maatyötön 1:20 kaltevuus huomioiden. Uoman muotoiluun sisällytetään allasrakenteita, joiden leveys on noin 2 m ja pituus 4 m. Allasrakenteet sijoitetaan asiantuntijan ohjeiden mukaisesti siten, että virtausnopeus on osassa levähdysaltaissa riittävän pieni sekä yleisesti altaiden muotoilu on luonnonmukaisuuden edellyttämällä tavalla riittävän monipuolinen. Uoman verhoilu tehdään eri kokoisilla luonnonkivillä ja lajittuneella luonnon materiaalilla. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2016).

#### 5.6 Työolosuhteiden hallinta

Padolla työskentelyn yksi suurimmista haasteista on veden virtaaman ja määrän hallinta. Veden hallinta on keskiössä työturvallisuutta, työnsuorittamista ja aikataulutusta mietittäessä. Vesi saa virrata hallitusti muottitöitä tehdessä, koska vesi pääsee purkaantumaan muotin pohjalta, mutta valuajankohtana

virtaama on katkaistava. Virtaava vesi aiheuttaa betonin sideaineen huuhtoutumisriskin (BY, n-db).

Settilankkuja säätelemällä voidaan lisätä tai vähentää veden juoksutusta. Yläjuoksulla sijaitsevilla Hintsan-Lähteenmäen ja Merttelän padoilla on pystytty säätelemään Hintsan padolle virtaavan veden määrää. Lisäämällä settilankkuja Hintsan-Lähteenmäen padolle on saatu padotettua vettä Hintsan-Lähteenmäen ja Merttelän patojen väliseen altaaseen, jolloin virtaama on pienentynyt Hintsan padolla. Rankkasateiden aikana settilankkuja on vähennetty, jotta vesi on päässyt virtaamaan vapaasti.

Hintsan padolla veden virtausta on hallittu vanhojen settilankkujen vuotojen paikkaamistoilla sekä itse tehdyllä settilankkulla, joka on laskettu alas työpäivän aluksi ja uppopumpuilla on pumpattu vuotovedet takaisin yläjuoksun puoleiseen altaaseen. Uppopumpuille on rakennettu ”kotelo”, josta vesi on saatu pumpattua hallitusti (kuva 9).



Kuva 9. Kaukaloon sijoitettu uppopumppu, joka pumppaa veden padon yläpuoliseen altaaseen.

Päivän päätteeksi settilankku on nostettu ylös, jotta altaan vedenpinnan korkeus on tasaantunut. Itse säädeltävä settilankku on rakennettu vajaasärmäisestä 50x100 sahatavarasta pinoamalla ja kiinnittämällä viisi patikkaa päällekkäin muovin sisään ja tehty niille kehikko vesivanerista. Molempiin päihin on kiinnitetty koukku, johon on kiinnitetty kuormaliinat nostamisen mahdollistamiseksi (kuva 10).



Kuva 10. Työaikainen settilankku virtaamien hallintaan.

## 6 Töiden vaiheistus ja aikataulutus

Töiden toimiva vaiheistus ja aikataulullinen yhteensovittaminen on virtaavassa vesistöissä työskenneltäessä avain asemassa. Aikataulullisia haasteita tuovat päivittäin vaihtelevat sääolosuhteet sekä työnaikana vallitseva vuodenaika. Työnaikaisten haittojen minimoimiseksi padolla tehtävät työt on suunniteltu toteutettavan kesällä virtaaman ollessa vähäisempiä.

Aktiivisten työvaiheiden kestoksi on laskettu vajaa 4 kuukautta. Töiden käynnistämisen edellytyksenä on vedenpinnan laskeminen halutulle tasolle, joka mahdollistaa padolla turvallisen työskentelyn. Vedenpinnankorkeuden säätelytoille on arvioitu niihin kuluva aika, mutta olosuhteiden ja sään ennustaminen on mahdotonta pitkällä aikavälillä, joten aikataulussa täytyy olla riittävästi liikkumavaraa. Betonikynnysten rakentamistöiden on laskettu kestävän vajaa kaksi kuukautta. Työhön on sisällytetty kaikki rakennetekniset työt: rauditus – ja muottityöt sekä itse betonointityöt. Jokuoman muotoiluun ja verhoiluun on laskettu kuluvan aikaa reilu kuukausi. Viimeistelytyöt on kuitenkin kannattavinta toteuttaa keväällä tulva-ajanjakson loppuvaiheessa, jolloin nähdään ensimmäisen talven aiheuttamat muutokset rakenteelle ja muotoiluratkaisujen luonnonmukainen toimivuus. (Ilmonen 2022).

Aikataulullisesti suurimpia haasteita muodostavat padon settilankkujen hyödyntäminen veden padotuksessa sekä sää- ja ympäristöolosuhteiden hallinta kuivatyön mahdollistamiseksi. Töiden alkuvaiheessa settilankkujen oletettiin olevan tiiviimpiä, mutta lankuissa ilmeni paikottain esiintyviä suuria vuotoja. Vuotojen tilkitsemiseen, sekä veden pumppausjärjestelmän rakentamiseen kului ylimääräistä aikaa.

Hintsaan padolla tehdyt työt osuivat sadannan puolesta haastavimpaan kuukauteen, elokuuhun. Sääennusteiden perusteella pystytään ennakoimaan olosuhteita ja virtaamamääriä tiettyyn pisteeseen asti, jolloin settilankkuja säätelemällä voidaan vaikuttaa veden kokonaisvirtaamaan padolla. Valuma-alueen laajuus pääsi kuitenkin yllättämään. Yläjuoksulla ilmenevät sääolosuhteiden muutokset näkyvät työskenneltävällä padolla monen tunnin

viiveellä, jolloin äkilliset ennakoimattomissa olevat ukkoskuurot aiheuttavat virtaama määrrien kasvua ja pahimmassa tapauksessa keskeyttävät työt väliaikaisesti. Edellä kuvatut aikatauluhaasteet aiheuttivat ylimääräisiä venttoja ja työseisokkeja, joiden laajuutta ei pystytty etukäteen määrittelemään.

Haasteena voidaan nähdä myös patovalvontaan liittyvät viranomaistoimet. Jokainen virtaamaan vaikuttava säätelytyö vaatii asianmukaisen valvojan läsnäolon (Valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta 319/2010). Näin ollen säätelytyötä ei voitu tehdä omatoimisesti, joka sekin vaikutti aikataulusuunnitteluun.

## 7 Johtopäätökset

Vesistöpadolla työskenneltäessä kohdataan monia haasteita, joihin varautuminen etukäteen on osittain mahdotonta. Ennakoimattomissa olevat ympäristö- ja sääolosuhteet, sekä työturvallisuus vaikuttavat keskeisesti työn onnistumiseen. Sidosryhmien välinen yhteistyö ja selkeä kommunikointi korostuu patotyöskentelyn ollessa tarkoin säänneltyä. Hintsan padon luonnonmukaistaminen onnistumisineen ja haasteineen on keskeisessä roolissa suunnannäyttäjänä paitsi Raisonjoen ennallistamihankkeessa myös ryhdyttäessä vastaavanlaisiin hankkeisiin tulevaisuudessa.

Hintsan padolla työskenneltäessä virtaamaolosuhteet aiheuttivat aikataulullisia viiveitä, mutta työt saatiin tehtyä suunnitelmien mukaisesti ja hankkeen välitavoitteisiin päästiin. Virtamaavaihteluista opittiin veden ohijuoksutuksen suunnittelun tärkeys ja välttämättömyys, jotta vastaavanlaisilta työnkeskeytyksiltä vältytään hankkeen muilla työn alle tulevilla kohteilla. Ymmärtämällä valuma-alueelta virtaavan veden käyttäytymistä sekä sen myötä vedenpinnan korkeusvaihteluita, saavutettiin onnistuneita vedenhallintajaksoja, joiden myötä padolla pystyttiin työskentelemään suunnitelmien mukaisesti.

Siinä missä ihminen on vaikuttanut omalla toiminnallaan negatiivisesti luonnon monimuotoisuuteen, on nyt havahduttu tekemään korjaavia toimenpiteitä, joilla mahdollisesta luonnon biodiversiteetti myös tuleville sukupolville. Onnistuneiden betonikynnysten, kalaportaiden, rakentaminen vanhaan patorakenteeseen antaa hyvin vastetta Euroopan Unionin biodiversiteettistrategian tavoitteille. Merkittävintä on kuitenkin hankkeen aikaan saamat hyödyt Raison kaupungille, josta pelkästään alueen maisemallinen muutos on jo nähtävissä ja jota voidaan pitää onnistuneena. Unohtamatta hankkeen myötä saavutettavia eri kustannussäästöjä. Tulevaisuus näyttää tulevatko vaelluskalat löytämään tiensä Raisonjokeen, mutta merkittävä muutos sen mahdollistamiseksi on nyt tehty.

## Lähteet

Afry. 2021. Rakennusselostus. Hintsan pato. Viitattu 8.9.2022.

BY n-da. Betonin valu ja tiivistys. Betonitieto. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry. Viitattu 5.10.22. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonityot/betonin-valu-ja-tiivistys.html>

BY n-db. Vedenalainen betonointi. Betonitieto. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry. Viitattu 5.10.22. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonityot/betonin-valu-ja-tiivistys/erikoisvalut/vedenalaiset-valut.html>

BY 65. 2021. by 65 Betoninormit 2021. Helsinki 2021: Suomen Betoniyhdistys ry.

BY 71/RIL 149. 2019. Betonirakenteiden työmaatoteutus. Helsinki 2019. Suomen Betoniyhdistys ry; Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Suomi 100 – taustat ja tarinat. Patoturvallisuutta nyt ja ennen. <https://www.ely-keskus.fi/web/suomi-100-taustat-ja-tarinat/patoturvallisuutta-nyt-ja-ennen>

Eloranta, A. 2010. Virtavesien kunnostus. Helsinki: Kalatalouden keskusliitto.

European Commission 2021. Biodiversity strategy for 2030. Viitattu 1.10.2022. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/31e4609f-b91e-11eb-8aca-01aa75ed71a1>

Hellsten, L. 2013. FY2: Hydrostaattinen paine. Viitattu 2.9.2022. <https://www.youtube.com/watch?v=pp-F9Eo1ykM>

Hydrometa 2021. Hintsan padon kunnostustyössä huonokuntoiset settilankut on vaihdettu uusiin. Viitattu 6.9.2022. <https://hydrometa.fi/hintsan-padon-kunnostus>

Ilmonen, H. 2022. Hankkeen yleisaikataulu.

Isomäki, E.; Maijala, T.; Sulkakoski, M.; Regina, T & Torkkel M. 2012. Patoturvallisuusopas.



Jormola, J.; Harjula, H. & Sarvilinna A. 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia Näkökulmia vesistösuunnitteluun. Viitattu 6.9.2022. <https://core.ac.uk/download/pdf/16390291.pdf>

Koivisto, A. 2003. Kotiseutuoppia Raisiolaisittain, Raision kaupunginosien vaiheita, Turku, Grafia.

Korhonen, J. 2007. Suomen vesistöjen virtaama ja vedenkorkeuden vaihtelut. Viitattu 10.10.2022. <https://core.ac.uk/download/pdf/14927037.pdf>

Kämäri, M. 2016. Ilmastonmuutos sekoittaa jokien vuodenkierron, johon luonto on sopeutunut. Viitattu 3.10.22. <https://suomenluonto.fi/artikkelit/ilmastonmuutos-sekoittaa-jokien-vuodenkierron-johon-luonto-on-sopeutunut/>

Laki Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 2004/1299. Annettu Helsingissä 30.12.2004. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041299>

Lehmikangas, M. 8.9.2022. Sähköpostiviesti. Viitattu 18.10.22.

Maa- ja metsätalousministeriö. Padot ja säännöstely. Viitattu 17.8.2022. <https://mmm.fi/vesi/padot-ja-saannostely>

Metsähoidon suositukset. Virtaamanhallinta ja patorakenteet vesiensuojelussa. Viitattu 15.10.22. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/virtaamanhallinta-ja-patorakenteet-vesiensuojelussa/toteutus>

Mäkitalo, T. 2013. Maa- ja betonipadon rakenteet, toimivuus ja säädökset. Diplomityö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 20.10.2022. [https://www.fincold.org/files/ugd/a1738a\\_9300b716381a4ebb9a32a1a316827bad.pdf](https://www.fincold.org/files/ugd/a1738a_9300b716381a4ebb9a32a1a316827bad.pdf)

Patoturvallisuuslaki 494/2009. Annettu Helsingissä 20.6.2009. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090494>

Penttinen, M. 2021. Soraikkojen toteutus – osa 1. Virtavesikurssi. Viitattu 6.9.2022. [https://www.valonia.fi/wp-content/uploads/2020/10/Penttinen\\_Sorat14012021.pdf](https://www.valonia.fi/wp-content/uploads/2020/10/Penttinen_Sorat14012021.pdf)

Punkki, J. 2018. Tiivistyykö, erottuuko? – valamisen oikeat työmaatekniikat. Viitattu 16.8.2022. <http://www.betonyhdistys.fi/media/laatukiertue/tiivistyyko-erottuuko-valamisen-oikeat-tyomaatekniikat.pdf>

Raisiojoella puretaan sata vuotta vanhoja patoja ja maisema muuttuu paikoittain paljonkin – vesi laskee enimmillään jopa 3–4 metriä, mutta lopulta luonto kiittää. Turun Sanomat. 23.7.2022.

Raisio kaupunki 2018. Aluehallintoviraston päätös.

Rinnevalli, R.; Artell, J.; Iho, A.; Konu, H.; Pokki, H.; Ahopelto, L.; Ojanen, H.; Kuoppala, M.; Koljonen, S. & Louhi P. 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 29. Vaellusesteiden purkaminen osana vaelluskalojen elinympäristökunnostuksia. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/547478>

RIL 123-1979. Vesirakenteiden suunnittelu. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 141-1982. Yleinen vesitekniikka. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Stenroos, M. 1996, Raisio-Naantalin Vesilaitos 40 vuotta. Turku: Repro-Seppo Ky.

Suomen ympäristökeskus 2013. Vesienhoidon suunnittelun ohjeistus 2.kaudelle. Voimakkaasti muutettujen ja keinotekkoisten pintavesien tunnistaminen ja tilan arviointi. Viitattu 10.9.22.

Suomen ympäristökeskus. Ympäristökarttapalvelu Karpalo. Viitattu 16.8.22. [https://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikarttaviewers/Html5Viewer\\_4\\_14\\_2/Index.html?configBase=https://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/Vesikartta/viewers/VesikarttaHTML525/virtualdirectory/Resources/Config/Default&locale=fi-FI](https://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikarttaviewers/Html5Viewer_4_14_2/Index.html?configBase=https://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/Vesikartta/viewers/VesikarttaHTML525/virtualdirectory/Resources/Config/Default&locale=fi-FI)

Tolonen, J. 2015. Padottujen jokien perintö. Viitattu 21.10.2022. <https://valonia.fi/uutinen/blogi-padottujen-jokien-perinto/>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 24/2014. Energia ja ilmasto. Suomi kestävä luonnonvaratalouden edelläkävijä 2050. Valtioneuvoston luonnonvaraselonteon ”Älykäs ja vastuullinen luonnonvaratalous” linjausten päivitys eduskunnalle

2014. Viitattu 15.10.22.

<https://tem.fi/documents/1410877/2859687/Suomi+kest%C3%A4v%C3%A4n+uonnonvaratalouden+edellak%C3%A4vij%C3%A4ksi+2050+14112014.pdf>

Vakkilainen, P. 2003. Hydrologinen kierto. Viitattu 14.8.2022.

<https://docplayer.fi/35098593-Hydrologinen-kierto-pertti-vakkilainen-vesitalouden-emeritusprofessori.html>

Valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta 319/2010. Annettu Helsingissä 29.4.2010. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100319>

Varsinais-Suomen ELY-keskus 2013. Näkymiä. Aurajoki ja Raisionjoki-Ruskonjoki. Viitattu 8.8.2022.

[https://www.ely-keskus.fi/documents/46207634/46411205/Aurajoki\\_Raisionjoki\\_Ruskonjoki\\_2013.pdf/c7db94b9-7b5a-6a8d-0dcf-231b3b9c2a12?t=1649334080161](https://www.ely-keskus.fi/documents/46207634/46411205/Aurajoki_Raisionjoki_Ruskonjoki_2013.pdf/c7db94b9-7b5a-6a8d-0dcf-231b3b9c2a12?t=1649334080161)

Varsinais-Suomen ELY-keskus 2016. Hintsan padon suunnitelmaselostus.

Varsinais-Suomen ELY-keskus & Raision kaupunki 2016. Vesilain mukainen lupahakemus.

Veijalainen, N. 2019. Muuttuvan ilmaston vaikutukset vesistöihin. Vesistökuunnostusverkoston vuosiseminaari. Viitattu 18.9.2022.

Vesi.fi 31.5.2021. Erilaisia patoja. Viitattu 23.8.22.

<https://www.vesi.fi/vesitieto/erilaisia-patoja/>

Vesi.fi 31.5.2022. Patoturvallisuus ja sen valvonta. Viitattu 4.8.2022.

<https://www.vesi.fi/vesitieto/patoturvallisuus-ja-sen-valvonta/>

Vesi.fi 27.1.2020. Patotyypit. Viitattu 23.8.2022.

<https://www.vesi.fi/vesitieto/patotyypit/>

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2013. Patojen vahingonvaara.

[https://www.ymparisto.fi/fi-vesi/vesien\\_kaytto/Padot\\_ja\\_patoturvallisuus/Vahingonvaaratietoa\\_Suomen\\_padoista](https://www.ymparisto.fi/fi-vesi/vesien_kaytto/Padot_ja_patoturvallisuus/Vahingonvaaratietoa_Suomen_padoista)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2020. Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila. Viitattu 27.8.22. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien\\_tila?f=VarsinaisSuomen\\_ELYkeskus](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila?f=VarsinaisSuomen_ELYkeskus)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019a. Pintavesien luokittelun periaatteet. Viitattu 20.8.22. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien\\_tila/Pintavesien\\_luokittelu](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_luokittelu)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2014. Pohjapadot ja – kynnykset. Viitattu 15.9.2022. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien\\_kaytto/maankuivatus\\_ja\\_ojitus/luonnonmukainen\\_peruskuivatus/Pohjapadot\\_ja\\_kynnykset](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien_kaytto/maankuivatus_ja_ojitus/luonnonmukainen_peruskuivatus/Pohjapadot_ja_kynnykset)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019b. Tulvaniityt. Viitattu 4.10.2022. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyytit/Luontotyyppien\\_uhanalaisuus/Perinnebiotoopit/Tulvaniityt\(51251\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyytit/Luontotyyppien_uhanalaisuus/Perinnebiotoopit/Tulvaniityt(51251))

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2013. Tulvariskien hallinnan toimenpiteet ja hankkeet. Viitattu 13.9.2022. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin\\_varautuminen/Tulvariskien\\_hallinta/Tulvariskien\\_hallinnan\\_toimenpiteet?f=Lapin\\_ELYkeskus](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskien_hallinnan_toimenpiteet?f=Lapin_ELYkeskus)

Ympäristöministeriö 2021. Kansallinen luonnon monimuotoisuusstrategia ja toimintaohjelma vuoteen 2035. Viitattu 16.9.22. <https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM039:00/2021>

Ympäristöministeriö 2006. Suomen ympäristö 8. Keinotekoiset ja voimakkaasti muutetut vedet vesienhoitosuunnitelmassa. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38742/SY\\_8\\_2006.pdf?sequence=3&isAllowed=](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38742/SY_8_2006.pdf?sequence=3&isAllowed=)