

Petri Issakoff

## **Säännöstelypatojen kuntoarviot**

Opinnäytetyö

kevät 2019

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Petri Issakoff

Työn nimi: Säännöstelypatojen kuntoarviot

Ohjaaja: Pasi Junell

Vuosi: 2019 Sivumäärä: 101 Liitteiden lukumäärä: 3

---

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus tarkastaa vuosittain maamme vesistöihin tehtyjä valtion omistamia säännöstelypatoja. Patoturvallisuuslaki velvoittaa tarkastamaan ja ylläpitämään padot siinä kunnossa, ettei ihmisille ja ympäristölle aiheudu vaaraa veden säännöstelystä. Järjestelmällisellä ja säännöllisellä rakenteiden tarkkailulla voidaan havaita nopeasti mahdolliset padon rakenteiden muutokset.

Työssä tehtiin patojen rakenteiden tarkastusta ja kuntoarviota varten ohjeet. Ohjeiden avulla voidaan tarkastaa patojen säännöstelyluokkuja ja niiden ympärillä olevia rakenteita. Ohjeiden lisäksi tehtiin tarkastuslomake ja tarkastusraporttipohja. Tarkastuksien perusteella saatavilla tuloksilla padot saadaan luokiteltua sen hetkistä kuntoa vastaavaan luokkaan. Patotarkastusjärjestelmän kuntoarviopohjan tekemiseen apuna käytettiin Nurmonjoen latvajärven säännöstelypatoja. Jokainen pato tarkastettiin ja tehtiin kuntotutkimukset. Näiden pohjalta luotiin kuntoarvioihin liittyvä aineisto. Tämän järjestelmän avulla saadaan aiempaa paremmin tietoa esille patojen rakenteiden kunnosta, yksittäisistä vauriokohdista sekä kokonaiskunnosta.

Patotarkastusjärjestelmään kerätyn tiedon avulla voidaan nopeasti reagoida huoltoa tai korjaustyötä vaativiin kohteisiin. Säännöllisellä tarkastuksella voidaan myös seurata patojen elinkaarta ja määrittää kustannustehokkain ajankohta padon saneerauselle tai kunnostushankkeelle.

Tämä työ tehtiin Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen ympäristö- ja luonnonvarat vastualueelle.

Avainsanat: Kuntotarkastus, Kuntoarvio

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Petri Issakoff

Title of thesis: Condition Assessment of Regulating Dams

Supervisor: Pasi Junell

Year: 2019      Number of pages: 101      Number of appendices: 3

---

This work was implemented for the Southern Ostrobothnia Centre for Economic Development, Transport and the Environment, which annually inspects the state-owned dams. The dams have been built for regulating water resources. The Dam Safety Act obligates the inspections and maintenance of dams so that they stay in proper condition. Dams must not cause danger to people or the environment. Systematic and regular monitoring of structures makes it possible to quickly detect possible changes in the dam structures.

In this work, instructions were written for dam structure inspection and an inspection report form. The instructions can be used when inspecting dams and the structures around them. Based on the inspection results and the current condition, the dam can be classified into a condition class. The regulating dams of the Nurmonjoki up-river lake were used as examples when creating the inspection system. Every dam was checked and the condition of the dam was evaluated by using the developed inspection system. These inspection results gave detailed information on the condition of the dam structures. Based on thorough and realistic condition information dams can be listed in the order of priority concerning their need for repairing. Regular inspections also make it possible to monitor the life cycle of dams and to determine the most cost-effective time for a dam renovation project.

Keywords: condition inspection, condition assessment

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvaluettelo .....	6
Taulukkoluettelo .....	8
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	9
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>11</b>
1.1 Työn tausta .....	12
1.2 Työn tavoite .....	12
1.3 Työn rakenne .....	13
<b>2 VESISTÖRAKENTEET .....</b>	<b>14</b>
2.1 ELY-keskusten vastuulla olevat vesistö rakenteet .....	14
2.2 Etelä-Pohjanmaa ELY-keskuksen alueen vesistöt.....	15
2.3 Latvajärvien vesistöt.....	17
<b>3 SÄÄNNÖSTELYPADOT JA NIIDEN KÄYTTÖ .....</b>	<b>19</b>
3.1 Historiaa ja yleistä tietoutta .....	19
3.2 Säännöstelypadon rakenne .....	20
3.3 Yleisimmät säännöstelypatotyytit .....	21
3.4 Patojen luokittelu.....	23
3.5 Patoturvallisuus.....	24
<b>4 TARKASTUSTYYPIT .....</b>	<b>26</b>
4.1 Tarkastustoiminta.....	26
4.2 Vuositarkastus.....	27
4.3 Erikoistarkastusmenetelmiä .....	27
4.4 Vedenalaiset tutkimukset .....	29
4.5 Mittausmenetelmät.....	30
<b>5 MATERIAALIVAURIOT .....</b>	<b>32</b>
5.1 Betonivauriot .....	32
5.2 Teräsvauriot .....	34
5.3 PUURAKENTEIDEN VAURIOT .....	35

6	SÄÄNNÖSTELYPADON ELINKAARI JA YMPÄRISTÖN VAIKUTUKSET .....	37
6.1	Nurmonjoen latvajärvien elinkaari ja ympäristön vaikutukset .....	41
6.2	Patoluukun käyttöaste .....	43
6.3	Automatisoinnin lisääntymisen vaikutus .....	44
7	KUNTOARVIOMENETELMIEN LUOMINEN .....	46
7.1	TARKASTUKSESSA KÄYTETYT MENETELMÄT .....	48
7.2	Havaintojen teko .....	50
8	RAKENTEIDEN TARKASTUKSEN SUORITTAMINEN .....	53
8.1	Rakenneosien tietojen koonti .....	53
8.2	Tarkastuslomake .....	54
8.3	Tarkastusraportti .....	55
8.4	Tarkastusohje .....	55
8.5	Prosessin luominen .....	56
8.6	Pohdintaa järjestelmän käyttöönotosta ja ohjauksesta .....	57
9	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	59
	LÄHTEET .....	61
	LIITTEET .....	64

## Kuvaluettelo

Kuva 1. Kaksiaukkoisen sulkuluukun esimerkkipiirros .....	20
Kuva 2. Tasoluukku Yrtikoski (vas.)                      Läppäluukku Poutun pato (oik.) .....	22
Kuva 3. Settipato Vähä-Allasjärveltä (vas.)                      Neulapato Hourunkoskelta (oik.) .....	22
Kuva 4. Imatran kosken valssiluukku (vas.) Sääkskosken segmenttiluukku (oik.)	23
Kuva 5. Sukellustarkastuskuvia .....	29
Kuva 6. Kaarehaaran säännöstelypato kuivattuna.....	30
Kuva 7. Vaurioalueen mittaustapahtuma .....	31
Kuva 8. Puun eri ominaisuuksien aleneminen .....	36
Kuva 9. Lämmityselementti näkyvissä (vas.), Laatan ja seinän välinen liitos rapautunut (oik.).....	39
Kuva 10. Villalla eristetty luukku (vas.) Levymallinen teräspalkein vahvistettu luukku (oik.).....	40
Kuva 11. Uretaanitäytteinen sulkuluukku .....	41
Kuva 12. Betonivaurio Kaarehaaran padolta .....	46
Kuva 13. Saneerauksen kohteena oleva luukku .....	47
Kuva 14. Puurakenteinen luukku 70-luvulta. (Tarkastuksen yhteydessä tiiviste ja ohjaintuki asennettu).....	47
Kuva 15. Puhki ruostunut luukkurakenne mittauksien alla .....	48
Kuva 16. Esimerkki betonin rapautumissyvyyksien mittauksesta .....	49
Kuva 17. Koetus teräspiikillä .....	49
Kuva 18. Kameravalvonta (vas.)                      Automaatiolaitteisto Kätjänjärveltä (oik.) .....	50

Kuva 19. Vertailumahdollisuus.....	52
Kuva 20. Kansioiden jaottelu .....	53
Kuva 21. Prosessin kuvaaminen.....	57

## Taulukkuuettelo

Taulukko 1. Betonivaurioiden tavallisimmat syyt .....	33
Taulukko 2 Vaurioluokka.....	54



## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Säännöstelypato</b>	Säännöstelypadolla voidaan nostaa tai laskea keinotekoisesti vesistöissä tai joessa veden pintaa estämällä veden kulkua tai juoksuttamalla vettä halutulla tavalla
<b>Luokiteltu pato</b>	Suomen patoturvallisuuslaki ja -asetus Suomessa määrää padoille luokat. Patoturvallisuusviranomaisen luokittelee padon vahingonvaaran perusteella luokkaan 1, 2 tai 3. Patoturvallisuusviranomaisen voi päättää, että vahingonvaaraselvitys on tehtävä myös muista kuin 1-luokan padosta, jos se on tarpeen padon luokittelua tai luokan muuttamistarpeen arviointia varten.
<b>Määräaikaistarkastus</b>	Padon omistajan on järjestettävä viiden vuoden välein tai tarvittaessa useamminkin 1-, 2- ja 3-luokan padoilla määräaikaistarkastus, johon patoturvallisuusviranomaisella ja pelastusviranomaisella on oikeus osallistua.
<b>Suojahuokostus</b>	Betonin suojahuokossuhde ilmaisee, kuinka suuri osuus huokosista pysyy ilmatäytteisinä vesisäilytyksessä. Suojahuokossuhde mitataan laboratoriossa. Tuloksilla saadaan selville betonin pakkasen kestävyys.
<b>Rapautuminen</b>	Tarkoittaa kiinteään betonirakenteen tai isojen kivien hajoamista. Lopputuloksena on pieniä kiviä ja hiekkaa.
<b>Korroosio</b>	Korroosio on teräksen muuttumista käyttökelvottomaan muotoon. Teräsmateriaali liukenee, syöpyy tai muuten reagoi ympäristön kanssa. Ympäristötekijät, kuten vesi ja happi, kiihdyttävät metallin korroosiota.
<b>Luotausmenetelmä</b>	Luotaus on sähkömagneettisen pulssin lähettämiseen ja vastaanottamiseen perustuvaa mittatiedon hankkimista. Luotauksella saadaan mitattua rakenteita esimerkiksi veden alla. Mittatietojen perusteella saadaan luotua rakenteesta kuva.

**Hydrologinen mitoitus** Vesistöpato mitoitetaan virtaamalle, joka aiheuttaa padolla suurimman juoksutustarpeen. Mitoitus esitetään virtaamaa vastaamaan tulvan todennäköisyytenä tai jokavuotisena toistuvuutena.

**Endoskooppi** Tarkastuskamera ahtaiden paikkojen tutkimiseen.

# 1 JOHDANTO

Työ käsittelee Suomen valtion omistamia vesistöihin rakennettuja säännöstelypatojen säännöstelyluokkuja ja sen ympärillä olevien rakenteiden kuntotarkastuksia sekä kuntotarkastuksen perusteella määriteltävää kuntoarviota ja niihin liittyviä asioita. Luokitelluilla padoilla tehdään vuositarkastuksia sekä vähintään viiden vuoden välein määräaikaistarkastuksia, joilla seurataan patoturvallisuutta ja ehkäistään mahdolliset vaaratekijät padolla. Patoturvallisuuslaki määrittelee rakenteille vuosija määräaikaistarkastusvälit. Kuntotarkastuksia tehdään edellisen kuntotarkastusraporttiin merkityn ajan jakson sisällä tai silloin, kun halutaan tarkempaa tietoa padon rakenteesta. Kuntotarkastuksen tarkoituksena on ennalta määritellä tulevat huollot ja korjaustarpeet. Tarkastus antaa myös tietoa oikea-aikaiselle kunnossapidolle. Patokannan ikääntyminen ja mahdolliset ilmastonmuutoksen aiheuttamat ympäristörasitukset asettavat haasteita patoturvallisuudelle myös tulevaisuudessa. Tarkempi rakenteiden kuntotarkastus ehkäisee myös padoista mahdollisesti aiheutuvia onnettomuustilanteita. Patoturvallisuusasioiden valvonta kuuluu elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksille (ELY-keskuksille).

Työn lähtökohtana oli tarkistaa Nurmonjoen latvajärvien säännöstelypatojen rakenteet. Latvajärvien padot sijaitsevat Alavuden kunnassa ja niitä on seitsemän kappaletta ja ne ovat luokittelemattomia patoja. Patojen alapuolinen vesistö on Nurmon joki, jonne vedet lasketaan.

Latvajärvien säännöstelypatojen tarkastukset toimivat työn pohjana. Niiden avulla muokattiin oikeanlainen aineisto kuntoarvion tekoon ja tarkastusohjeisiin, sekä esitetyihin lomakepohjiin. Aineiston avulla saa kuvan tarkastetusta säännöstelypadon kunnosta ja rakenteiden ominaisuuksista. Tällä aineistolla voidaan esimerkiksi määritellä padon kunto sekä asettaa sille seuraava tarkastusajankohta tai määritellä välitöntä huoltoa vaativat kohteet.

Säännöstelypatoja sekä patorakenteita tarkastetaan myös muualla vesistöisämme. Latvajärvien tarkastustyön lisäksi sai kattavaa tietoa työhön kahden säännöstelypadon huolto ja kunnostushankkeesta. Betonirakenteiden ja metallirakenteiden vaurioihin ja vaurioiden syntymisten syihin sai kunnostushankkeista kerättyä paljon laadukasta tietoa.

## 1.1 Työn tausta

Säännöstelypatojen rakenteita on tarkastettu vuosittain noudattaen patoturvallisuusmääräyksiä, mutta standardoitua yhtenäistä tarkastusjärjestelmää ei ole käytössä. Jokainen tarkastaja on tehnyt omalla parhaaksi näkemällään tyyllillä tarkastustyöt. Tällaisesta tarkastustyylistä ei kuitenkaan saada vertailukelpoista materiaalia, jolla voitaisiin tarkkailla patorakenteiden elinkaarta

Säännöstelypatojen kunnan tarkastaminen vaatii materiaaliteknistä osaamista monista eri materiaaleista. Teknisiä kysymyksiä käsiteltiin pitkän tähtäimen rakenteiden elinkaariajattelun pohjalta. Säännöstelypatojen rakenteiden tarkastukseen ei ole tehty Suomessa yhtenäistä ohjeistusta. Yhtenäisen ohjeistuksen teko antoi haasteen työlle. Patorakenteella säännöstellään veden virtausta. Padon rakenteet ovat jatkuvasti rasitusalttiina veden paineesta ja virtauksesta, jolloin rakenteisiin kohdistuu erilaisia voimia. Sääolojen vaihtelevuus kuormittaa rakenteita jatkuvasti eri vuodenaikoina. Säännöstelypatojen rakenteiden kuntoarviointiin oli tarve luoda oma kuntotarkastuspohja.

## 1.2 Työn tavoite

Tavoitteena oli luoda Etelä-Pohjanmaan ELY-keskukselle soveltuva tarkastusjärjestelmä, jonka mukaan kaikki säännöstelypadot voidaan tulevaisuudessa tarkastaa ja dokumentoida. Dokumenttien perusteella voidaan luokitella patojen kunto ja laatia niille huolto ja korjaussuunnitelma. Yhtenäinen patotarkastusjärjestelmä määrittelee paremmin jokaisen tarkastetun säännöstelypadon kunnan. Järjestelmän tavoite oli luoda tehokas työväline rakenteiden tarkastuksiin. Tarkastustyö pitää saada tehtyä mahdollisimman tehokkaasti. Tehokkuuden lähtökohtana oli määritellä tarkasti kohdeet, joihin keskitytään tarkastustyössä. Tarkastustyön tuottamat tulokset pitää olla helposti ymmärrettävissä. Järjestelmän avulla saadaan luotua parempi laatu tarkastuksiin, kun jokainen pato tarkastetaan samalla tavalla. Jokaisesta padon rakennesasta saadaan tarkastusten perusteella tieto kunnosta. Kaikki tarkastusdokumentit ovat vertailukelpoista aineistoa patojen kunnan seuraamisessa.

### 1.3 Työn rakenne

Työ eteni johdonmukaisesti tutkimalla Etelä-Pohjanmaalla olevia vesistöjä ja niissä olevia säännöstelypatoja sekä niiden käyttötarkoitusta. Tarkemman tutkimisen kohteeksi otettiin Nurmonjoen latvajärvien vesistön säännöstelypadot. Rakenteisiin ja rakennustapoihin syvennyttiin tarkasti. Jokainen säännöstelypato kuvattiin perusteellisesti. Tarkastusten yhteydessä määriteltiin kohdat, jotka säännöstelypadosta vähintään tulee tarkastaa. Tarkoituksena oli, että saadaan riittävä tieto tarkastusdokumenttien lukijoille tarkastetun padon kunnosta. Ohjeistuksen ja tarkastuspohjien luominen eteni vaiheittain. Käytännön tuomat kokemukset tarkastuksissa auttoivat kehittämään oikeanlaisen tavan tarkastaa padon rakenteita. Lisäksi erilaisten tarkastuspohjien koekäyttö auttoi saavuttamaan oikeanlaiset dokumentit tarkastuksiin. Asteittain etenemällä ja testauksilla päästiin hyvään lopputulokseen.

Työ sisälsi kolme osiota, jotka muodostuivat valmiiksi tarkastusten yhteydessä. Ensimmäisenä työssä tehtiin tarkastuslomake, joka otetaan padolle mukaan ja sen mukaan käydään padon rakenteet läpi. Seuraavaksi tehtiin esitetyt kirjallinen tarkastusraportti, jonne kuvataan padon lopullinen kunto. Tämä pohja täytetään vasta tarkastustyön jälkeen. Viimeisenä työhön tehtiin tarkastusohje, jota voi käyttää apuna vaurioiden tulkinnassa tai dokumenttien käytössä. Tällä tavoin saatiin luotua kuntoarviopohjat ja ohjeistus, mitä tarkastetaan ja mihin kohtiin kiinnitetään huomiota.

Materiaalituntemus oli tärkeää jo ennen työn aloittamista. Materiaaliteknistä osaamista löytyi paljon, mutta tieto piti osata soveltaa patorakenteisiin. Tärkeää materiaalituntemuksen lisäksi oli elinkaariajattelu patorakenteelle, se piti osata oikeanlaisen tuloksen saamiseksi.

## 2 VESISTÖRAKENTEET

Vesistö rakenteet sisältävät tekojärviä ja niiden maapatoja, jokien penkereitä, säännöstelypatoja, tulvaluukkuja, kanavia, pengerrysalueiden tulvapumppaamoja, veden mittausasemia ja näihin liittyvää automatiikkaa.

Valtion vesistö rakenteiden ylläpito on keskitetty Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen hallintaan. Vesistö rakenteella tarkoitetaan pääsääntöisesti tulvansuojeluun, vesistöjen käyttöön sekä kalatalouteen liittyviä rakenteita. Vesistö rakenteiden ylläpitoon liittyy paljon huoltoa ja kunnossapitoa. (Rautio 2016.)

### 2.1 ELY-keskusten vastuulla olevat vesistö rakenteet

Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Pohjanmaalla sekä Pohjois-Pohjanmaalla vesistö rakenteiden arvo on suurin koko Suomessa, kun arvoa tarkastellaan maakunnittain.

Pääasiallisesti tämä johtuu siitä, että pohjalaismaakuntien tasainen maaperä ja alueen vähäjärvisuus, joka on 4 % ja on pieni suhteessa maakuntien pinta-alaan nostaa tulvariskiä, jolloin tulvien estämiseksi on tehty mittavasti töitä vuosina 1960-1980. Tekoaltaita on rakennettu useita, kaivettu ja parannettu veden virtaamareittejä, ruopattu jokia ja järviä sekä rakennettu säännöstelypatoja ja tulvapumppaamoja. Valmiiksi tehtyjä tekoaltaita on myöhemmin otettu virkistyskäyttöön.

Myös muualta Suomesta esimerkiksi Kainuusta löytyy vanhoja uittorakenteita. Säännöstelyluukkuja löytyy Pohjois-Savosta sekä Satakunnasta. Uudeltamaalta löytyy jokiuomista myös pohjapatoja.

Aikaisintaan vuoden 2021 alkupuolella siirtyy maakuntien vastuulle ELY-keskuksista noin 40 luokiteltua patoa, jotka on luokiteltu patoturvallisuuslain mukaisesti, sekä 85 kappaletta tulvavesipumppaamoja, n.200 kappaletta pohjapatoja ja paljon muita rakenteita, joita tarvitaan vesistöjen hallintaan. (Rautio 2016.)

## 2.2 Etelä-Pohjanmaa ELY-keskuksen alueen vesistöt

Etelä-pohjanmaalla ELY-keskuksen alueella on suuri määrä säännösteltyjä järviä pinta-alaan nähden. Järviä on lähes neljäkymmentä kappaletta ja ne muodostavat seitsemän päävesistöaluetta. Nämä ovat suurimmat mereen johtavat valuma-alueet. (Saari 2013.) Vesistöalueella tarkoitetaan aluetta, joihin liittyy mahdollisesti jokia, puroja, järviä sekä mahdollisesti tekojärviä. Vesistöalueet keräävät maahan sataneen veden järviin, altaisiin ja lampiin ja niitä myöden vedet laskevat jokien kautta mereen. Päävesistöt ovat nimetty mereen laskevien jokien mukaan. (JärviWiki 2018.)



Kuvio 1. Etelä-Pohjanmaan ELY:n alueella olevat päävesistöalueet (EPO-ELY 2019).

Suurimmat vesistöissä olevat säännöstellyt järvet ovat Lappajärvi, Ähtärinjärvi, Patanan tekojärvi, Hirvijärven tekojärvi, Kyrkösjärven tekojärvi, Kalajärven tekojärvi, Kuortaneenjärvi, Venetjoen tekojärvi ja Luodon-Öjanjärvi. Suurimmat vesistöt ovat Kyrönjoen ja Lapuanjoen vesistöt Etelä-Pohjanmaalla sekä Perhonjoki Keski-Pohjanmaalla.



kuvio 2. Suurimmat vesistöissä olevat säännöstellyt järvet.

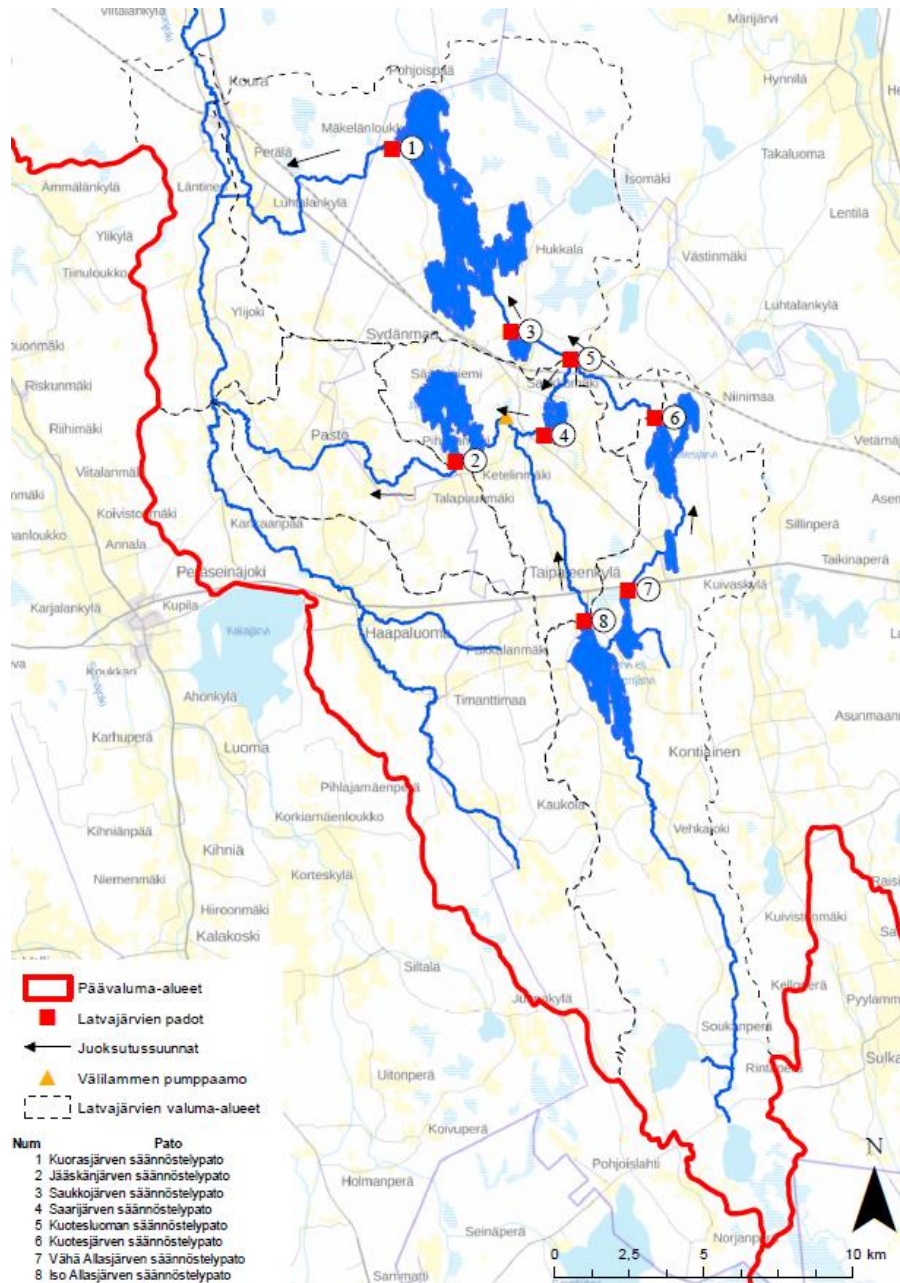
Suurimmat paisunnat Suomessa Etelä-Pohjanmaalla ovat olleet vuonna 1953, jonka jälkeen yhtäjaksoisia tulvan ehkäisemiseen liittyviä rakennustöitä on tehty vuodesta 1966 aina 2004 vuoteen saakka. Sinä aikana rakennettiin tekojärviä, vesivoimaloita, pengerryksiä, tulvapumppaamoja ja yksi tekokoski. (Orrenmaa 2004, 117.) Näihin liittyy paljon veden virtaamien säännöstelyä erilaisilla sulkuluukuilla.



Vesioikeudellisia lupia Etelä-Pohjanmaan ELY:n alueella on 120 kpl. Kunnossapidettäviä rakenteita Etelä- Pohjanmaalla on 50 prosenttia valtion vesirakennusomaisuudesta. Kunnossapitoon liittyen taloudellinen merkitys on suuri. Alueelle on rakennettu tekojärviä 13 kpl. Luonnonjärviä on muokattu säännösteltäväksi 20 kpl. Patoturvallisuuslain mukaisesti luokiteltuja patoja on 20 kpl. Tulva- ja kuivatuspumppeamoja on rakennettu 42 kpl. Penkereitä, jotka estävät tulvavesien nousun pelloille, on rakennettu satoja kilometrejä. Lisäksi muita kunnossapidettäviä rakenteita ovat tiet, sillat ja esimerkiksi pienemmät kulkureitit, jotka on pidettävä kunnossa yleisen lainsäädännön mukaisesti kunnossapitoa sekä patoturvallisuutta varten (Saari 2013.)

### **2.3 Latvajärvien vesistöt**

Nurmonjoen latvajärvien vesistöt sisältävät seitsemän säännöstelypatoa ja yhden pohjapadon. Padot sijaitsevat Alavudella Etelä-Pohjanmaan maakunnassa. Kartasta (Kuvio 3) näkee latvajärvien valuma-alueet sekä säännöstelypatojen paikat. Latvajärvien veden säännöstelyyn liittyvät suunnitelmat on tehty 1960-luvun alussa. Veden säännöstelyllä, pengerrysten teolla sekä valtaojituksella on saatu kuivateutuksi lähes kolmasosa eli 1778 hehtaaria 25 km pituisesta tulva-alueesta, joka alkaa Lapuanjoen ja Nurmonjoen yhtymäkohdasta. Toteutuksen tavoite on ollut estää tulvien aikaista veden nousua pelloille sekä peltoalueiden liettymistä. Lisäksi kuivatuksen tarkoituksena on ollut mahdollistaa alueelle maatalousrakennuksien rakentamisen sekä poistaa tulvista johtuvia liikenne- ja kulkuhaittoja. Nurmonjoen latvajärvien säännöstelyjärjestelmän avulla on saatu veden virtaukset pienemmään sekä estetty veden nousu pelloille. Toimivan säännöstelyn avulla Nurmonjoen perkaukset ja kaivuutyöt on saatu jäämään puoleen siitä, mitä on ollut alun perin suunnitteilla. (Lupapäätökset 1964, 2-5.)



Kuvio 3. Nurmonjoen latvajärvet sekä valuma-alue (EPO-ELY 2019).

### 3 SÄÄNNÖSTELYPADOT JA NIIDEN KÄYTTÖ

Säännöstelypato koostuu rakenteista, jolla saadaan nostettua tai säännösteltyä järven tai joen pintaa sen luonnollista pinnan tasoa korkeammalle tai matalammalle. Patojen pääasialliset rakennemateriaalit ovat joko puuta, kiveä, terästä, betonia tai niiden yhdistelmiä.

#### 3.1 Historiaa ja yleistä tietoutta

Suomessa ensimmäisiä säännöstelypatoja on alettu rakentamaan 1880-luvun alussa. Padot liittyivät vesivoimalaitosten rakentamiseen ja rakentaminen on ollut silloin vesivoimalaitosten parhainta aikaa. Ensimmäiset padot täyttävät jo 100 vuotta. (ELY-keskus, [viitattu1.10.2018].) Jälkeenpäin voimalaitosten myötä on ryhdytty vesien säännöstelyyn ja tulvahuippujen hallintaan. Suurimmat tulvat esiintyvät pohjalaismaakunnissa, joten myös tulvajärjestelyrakenteita on Suomessa rakennettu nimenomaan tuolle alueelle.

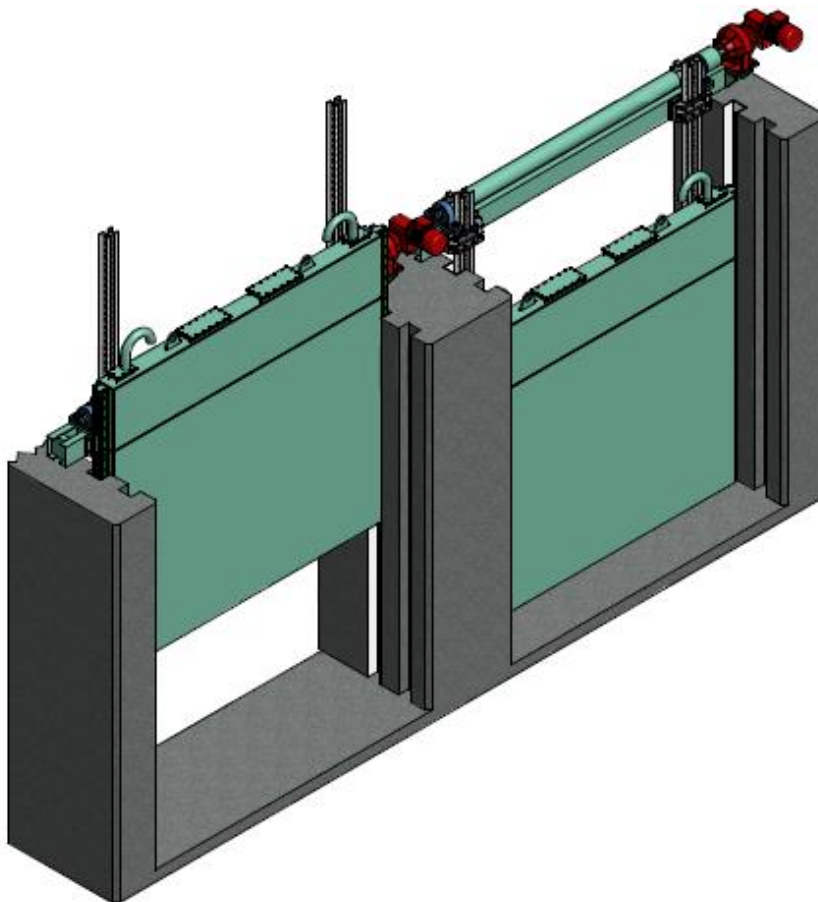
Patoja Suomen vesistöistä löytyy 430 kappaletta. Vesistöpatoja on 310 ja loput ovat jäte- ja kaivospatoja. Patoturvallisuuslaki ohjeistaa, että padon omistaja vastaa padon kunnosta ja turvallisesta käytöstä. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten tehtävä on valvoa, seurata sekä tarkistaa omistamiaan patoja ja huolehtia omistajan tehtävistä. ELY-keskukset ovat myös mukana ja tarkastavat luokiteltuja patoja vuosittain. Kainuun ELY-keskukselle on keskitetty patoturvallisuusvalvonta ja asiantuntijapalvelut ja on myös patoturvallisuusviranomaisena koko maassa. Yhteistyössä toimii maa- ja metsätalousministeriö.

Vedenpinnan korkeuksia ja virtaamaa voidaan säätää patorakenteiden avulla. Veden säännöstelyä ohjataan patoluukuilla sekä vesivoimalaitosten rakenteiden avulla. Näillä saadaan paras mahdollinen hyöty vesivoimalaitoksista sekä edistetään vesistön käytölle ja hoidolle annettuja tavoitteita.

Suomen noin 240 vesistön säännöstelyhankkeessa on mukana yli kolmesataa järveä. Säännöstelyn tarkoitus on palvella vesivoimataloutta, kalataloutta, tulvansuojelua ja vedenhankintaa. Virkistyskäyttö on myös lisääntynyt vesistöalueilla, jotka alun perin on tehty ainoastaan tulvansuojelua varten. (Westerholm 2018.)

### 3.2 Säännöstelypadon rakenne

Leiviskä (2017) tuo esille Patoaukkojen mitoituksen esitelmässään padon rakenne-tietoa. Normaaliin maapatoon liitetty säännöstelyluukku koostuu betonisesta run-gosta, joka on valettu tiiviiseen maaperään. Betonivalu tulee yleensä kallion pintaan, jossa pato pysyy tukevasti paikallaan. Padon runko on huolellisesti kiinnitetty ja va-lettu betonista siten, että vesi ei pääse suotamaan rakenteiden läpi. Padon rungossa on siipimuurit, jotka tukevat maaperän padon ympäriltä. Padon betonirakenteet ulot-tuvat kauemmas maapatoon siksi, että myöskään kauempaa maapadon penke-ristä pato ei pääse vuotamaan. Padon sisäpuolisten seinämien valun yhteydessä seinämiin on valettu urat, jossa luukku pääsee helposti liikkumaan. Luukun molem-min puolin on valettu settipuille urat, että pato saadaan tyhjätyä huolto- tai tarkas-tusta varten. Myös settipuilla voidaan säädellä veden juoksutuskorkeutta, mikäli set-tipuut riittävät pitämään veden korkeuden sallitulla tasolla. Settipuut voivat olla vaaka-asennossa, jolloin puhutaan settipadosta tai pystyasennossa, jolloin ky-seessä on neulapato.



Kuva 1. Kaksiaukkoisen sulkuluukun esimerkkipiirros

### 3.3 Yleisimmät säännöstelypatotyypit

Säännöstelypadon luukut ovat pääsääntöisesti metallirakenteisia. Luukku on joko saranoitu betoniseen runkoon tai rakennettu liikkumaan betonivaluihin tehdyissä urissa. Nostokoneistona käytetään joko hydraulisia sylintereitä tai sähkömoottorilla ja alennusvaihteella rakennettua mekaanista nostolaitteistoa. Luukun sisälle tai pie- liin on asennettu jäätymisen estämiseksi lämmitys, joka lisää toimintavarmuutta tal- viaikoina.

Veden pinnan korkeutta voidaan säätää käsikäytöllä tai sähkömoottorivoimaa apuna käyttäen. Käsikäyttö on harvinaistunut monelta säännöstelyluukulta, mutta turvallisuussyistä, esimerkiksi sähkökatkon aikana käsikäyttöä on vielä mahdollista käyttää. Useat padot nykypäivänä on varustettu automaatiolla, joka hoitaa säännös- telyn automaattisesti. Pääsääntöisesti automatisoituja patoja voidaan hallita etäyh- teyden avulla ja seurata kameravalvonnalla. (Leiviskä 2017.)

Kuvassa (2 vas.) on Yrttikosken säännöstelypato. Luukuilla tasataan kevättulvia ja säädellään vedenpinnan korkeutta. Tasoluukuille on tehty betonirunkoon urat, joissa luukut pääsevät liikkumaan. Tasoluukku on yleisin luukkumalli, jota säännös- telyssä käytetään. Luukkuja liikutellaan alennusvaihteisen sähkömoottorin avulla. Kuvassa (2 oik.) on läppäluukku. Läppäluukku on pohjasta saranoitu luukku. Läp- pää liikutellaan voimakkaan sylinterin avulla. Sylinteri sijaitsee läppäluukun betoni- rungon vastapuolella olevassa kuilussa, jonne vesi ei pääse. Luukku on automati- soitu. Läppäluukkuja käytetään hyvin vähän säännöstelyyn. Suurin syy käyttöön on jokiin rakennetut pohjapadot. Pohjapadot ovat keinotekoisia ja kauniiksi rakennet- tuja koskipaikkoja. Läppäluukulla saadaan tasattua kevättulvia. Samalla koski näyt- tää luonnonmukaiselta, koska läppäluukun rakenteet on rakennettu vedenpinnan alapuolelle.



Kuva 2. Tasoluukku Yrtikoski (vas.)



Läppäluukku Poutun pato (oik.)

Alla olevassa kuvassa (3) on puurakenteinen settipato sekä neulapato. Veden korkeutta voidaan säädellä lisäämällä tai poistamalla puita. Puiden poistaminen ja takaisin laitto padolla on hidasta. Apuna puiden poistamisessa tai takaisin laitossa voidaan käyttää nosturia. Rakennustekniikan kehittyessä sekä ruostumattomien terästen käytön lisääntymisen myötä puiset patojen rakenteet ovat vähentyneet paljon vesistöistämme.



Kuva 3. Settipato Vähä-Allasjärveltä (vas.)



Neulapato Hourunkoskelta (oik.)

Kuvassa 4 on segmenttiluukku ja valssiluukku. Tällaisia sulkuluukkutyyppisiä käytetään silloin, kun veden virtaamat ovat suuria. Segmenttiluukku on saranoitu tukevasti betonirunkoon. Segmenttiluukkuja on suunniteltu kolmella tapaa. Vettä voi juoksentaa rakennustavasta riippuen segmentin yläpuolelta, alapuolelta tai molemmilta puolilta yhtä aikaa. Segmenttiluukkuja kutsutaan joissain tapauksissa myös sektoriluukkuksi. Valssiluukku on saranoitu päädyistään ja sitä käytetään yleisesti pintavesien säätelyyn. Toimii hyvin suurillakin vesimassoilla ja leveissä jokiuomissa.





Kuva 4. Imatran kosken valssiluukku (vas.) Sääkskosken segmenttiluukku (oik.)

### 3.4 Patojen luokittelu

Patoturvallisuuslainsäädäntö asettaa omat vaatimuksensa säännöstelylaitteiden rakenteelle ja toimivuudelle. Padot luokitellaan vahingonvaaran perusteella kolmeen eri luokkaan. Luokittelua ei tarvitse tehdä silloin, jos patoturvallisuusviranomainen katsoo, että padosta ei aiheudu vaaraa. Vaaratilanteeksi voidaan katsoa esimerkiksi sellainen tilanne, jossa on ihmishengelle tai terveydelle aiheutuvaa vaaraa tai alueella on pysyvää asutusta. Mikäli padon sortumasta syntyvä tulva aalto aiheuttaa vammautumisen, vie ihmishengen, aiheuttaa ympäristölle haittoja tai tuhoaa yhdenkin padon alapuolella olevan rakennuksen, luokitellaan pato johonkin seuraavista luokista: (Patoturvallisuusopas 2012, 18-20)

- 1) 1-luokan pato, joka onnettomuuden sattuessa aiheuttaa vaaran ihmishengelle ja terveydelle, taikka huomattavan vaaran ympäristölle tai omaisuudelle
- 2) 2-luokan pato, joka onnettomuuden sattuessa saattaa aiheuttaa vaaraa terveydelle, taikka vähäistä suurempaa vaaraa ympäristölle tai omaisuudelle
- 3) 3-luokan pato, joka onnettomuuden sattuessa saattaa aiheuttaa vain vähäistä vaaraa.

Luokittelua ei tarvitse tehdä, jos patoturvallisuusviranomainen katsoo, että padosta ei aiheudu vaaraa. (L 26.6.2009/494.)

### 3.5 Patoturvallisuus

Valtioneuvosto on asettanut omat lakinsa ja asetuksensa patoturvallisuudesta, joka on tehty maa- ja metsätalousministeriön esittelystä. Laki on säädetty 26 päivänä kesäkuuta 2009 annetun patoturvallisuuslain (L 26.6.2009/494) ja asetuksen (A 319/2010) mukaan.

Laki määrittelee turvallisuusvaatimukset padoille. Padon rakentamisen jälkeen prosessinomainen rakenteiden tarkastus ylläpitää turvallisuutta, siten että suuria muutoksia rakenteisiin ei pääse syntymään, jotka aiheuttaisivat vaaraa padon käytössä.

7 § (L 26.6.2009/494):

Yleinen velvollisuus

Pato on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei sen käyttämisestä aiheudu vaaraa turvallisuudelle.

Padon hydrologisesta mitoituksesta ja patojen rakentamiselle asetettavista teknisistä turvallisuusvaatimuksista säädetään tarkemmin valtioneuvoston asetuksella.

Ennen määräaikaistarkastusta toimitetaan patotarkastajalle patoturvallisuuskansio, joka pitää sisällään mm. kuntoarvioon liittyvät dokumentit, jos tarkastaja niitä vaatii. Kuntoarvion avulla hän tekee alustavan arvion padon kunnosta. Määräaikaistarkastuksen jälkeen tarkastaja tekee pöytäkirjan, jonka liitteeksi tulee alustava arvio padon kunnosta. Alustavassa arviossa on tuotu esille myös edellinen säännöstelypadon kuntotarkastus.

19 § (L 26.6.2009/494):

Määräaikaistarkastus

Padon omistajan on järjestettävä vähintään viiden vuoden välein ja tarvittaessa useamminkin 1–3-luokan padoilla määräaikaistarkastus, johon patoturvallisuusviranomaisella ja pelastusviranomaisella on oikeus osallistua.



Patoturvallisuusviranomaiselle on hyvissä ajoin ennen tarkastusta esitettävä yhteenveto padon tarkkailutiedoista edellisten viiden vuoden ajalta sekä 6 §:n mukaiset pätevyysvaatimukset täyttävän asiantuntijan alustava arvio padon kunnosta.

Määräaikaistarkastuksessa selvitetään padon kunnan muutokset ja sen turvallisuuteen vaikuttavat seikat ottaen huomioon muutokset maankäytössä ja sää- ja vesiolloissa. Jos määräaikaistarkastuksessa ei voida riittävästi varmistua siitä, että pato täyttää sille asetetut turvallisuusvaatimukset, padon omistajan on tehtävä perusteellinen selvitys padon tai sen osan kunnosta (kuntoarvio).

Padon omistajan on annettava 1- ja 2-luokan padon tarkastuksesta laadittu kirjallinen raportti tiedoksi patoturvallisuusviranomaiselle.

## 4 TARKASTUSTYYPIT

Veden säännöstelyyn liittyvien patorakenteiden käyttöön ja käyttöikään sovellettavia tarkastustyyppejä on erilaisia. Luokitelluille padoille on laadittu tarkkailuohjelmat, joiden mukaan suoritetaan patojen **jatkuvaa tarkkailua** ja määritellään vuosi- ja määräaikaistarkastuksissa tehtävät toimenpiteet. Patoalueella suoritetaan keväisin yleensä tulva-ajanjakson jälkeen **vuositarkastus**, jossa kiinnitetään huomiota tulvakynnysten, juoksutuslaitteiden ja juoksutusaukkojen kuntoon. **Määräaikaistarkastuksessa** kaikki patorakenteet tarkastetaan samalla kerralla. Mikäli esimerkiksi määräaikaistarkastuksessa epäillään betonin tai teräksen laajempaa vauriota, tai tilannetta, joka voisi johtaa vahinkovaaratilanteeseen, tehdään patorakenteelle tai sen osalle kuntoarvio. Kuntoarvion on tarkoitus varmistaa rakenteille asetetut vaatimukset siten, että ne täyttävät vaatimukset turvallisuuden, toimintavarmuuden sekä kustannuksien kannalta. (Patoturvallisuusopas 2012, 36-38.)

### 4.1 Tarkastustoiminta

Tarkkailu sekä vuosi- ja määräaikaistarkastukset padoilla ovat jatkuvaa toimintaa ja sitä ylläpidetään heti rakenteiden valmistuttua ja käyttöönoton jälkeen. Tarkastustoiminta lopetetaan vasta silloin, kun pato on merkitty käytöstä poistetuksi ja lainmukaiset velvoitteet padolla päättyvät. (Patoturvallisuusopas 2012, 37-41.) Tarkastuksien tarkoitus on havaita rakenteissa mahdollisia vaurioita, puutteita tai muuta vaaraa aiheuttavia tekijöitä. Havaittaessa rakenteissa mahdollisia vauriokohteita on päätettävä, tehdäänkö rakenteelle välitön korjaus vai tutkitaan vaurioita perusteellemmin, ennen kuin ruvetaan korjaustoimenpiteisiin

Vuositarkastuksessa, tarkkailussa, erikoistarkastuksessa sekä kuntoarvion teossa **hyödynnetään** Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen luomaa patoturvallisuusopasta (Patoturvallisuusopas 89/2012) sekä Liikenneviraston ohjetta (28/2018 Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset), johon on koottu asetuksia rakenteiden tarkastustoiminnasta. Ohjeita päivitetään säännöllisesti.

## 4.2 Vuositarkastus

Patojen vuositarkastus suoritetaan 1.5.- 31.10., kun patojen veden virtaamat ovat pääsääntöisesti vähäisiä. Rakenteet eivät saa olla jäässä eivätkä lumen peitossa. Tarkastus suoritetaan ainetta rikkomattomilla menetelmillä, joilla saadaan riittävän tarkka kuva padon rakenteiden kunnosta. Kaikki näkyvät rakenteet tarkastetaan ja laitteistot koekäytetään. Mahdollisia vauriokohteita ja laitevikoja tutkitaan erilaisten aistien avulla. Vuositarkastuksessa hyödynnetään näköaistia, kuuloaistia ja tuntoaistia. Samaa tarkastusmenetelmää käytetään rakenteiden kuntotarkastuksessa. Kuntotarkastuksessa rakenteet tutkitaan tarkemmin (Patoturvallisuusopas 2012, 38.)

## 4.3 Erikoistarkastusmenetelmiä

Erikoistarkastukseen ryhdytään pääsääntöisesti silloin, kun rakenteista halutaan tarkempaa tietoa ja rakenne on niin arvokas, että erikoistarkastuksen tekeminen on taloudellisesti kannattavaa

Betonirakenteiden erikoistarkastukset tehdään silloin, kun vauriokohdasta pitää saada enemmän tietoa, esimerkiksi suurempien korjaus- ja huoltotöiden tueksi tai silloin, kun silmämääräinen tarkistus ei riitä. Erikoistarkastuksessa rakenteesta otetaan koepaloja poraamalla palat irti syvemmältä rakenteista. Koepaloista nähdään tutkimusten perusteella, onko vaurioalue pinnassa vai jatkuuko se syvemmälle rakenteisiin. Näytteiden irrotuksessa sekä testauksessa laboratorioissa noudatetaan standardeja SFS-EN 12504-1 (14) ja SFS-EN 12390-1 (15). Näytteistä voidaan tutkia esimerkiksi seuraavia asioita:

- puristuslujuus
- halkaisuvetolujuus
- tiheys
- vetolujuus

- tartuntavetolujuus
- betonin kloridipitoisuuden määrittäminen (SFS 14629)
- injektointilaastin ja rakenteellisen saumaustaastin testaukset
- betonin pakkasenkestävyyden testaukset
- betonin vedenläpäisyn testaukset
- rakenteiden valmistuksen sekä valmiiden rakenteiden tarkastus
- kantavien rakenteiden epätyydyttävän laadun johdosta tehtävät viralliset testaukset. (Liikennevirasto 28/2018.)

Metallivaurioissa erikoistarkastuksiin ryhdytään silloin, kun rakenteessa epäillään ainevahvuuden ohenemista ruostuneisuuden takia tai esimerkiksi pistesyöpymien syvyyksien selvityksessä. Teräsrakenteiden tutkimiseen käytetään henkilöitä, joilla on kokemusta ja pätevyys kyseisten mittauksien tekemiseen. Teräksen lujuus- ja sitkeysominaisuudet sekä hitsattavuus selvitetään ensisijaisesti toteutusasiakirjoista ja piirustuksista. Mikäli asiakirjoista ei voida luotettavasti teräksen ominaisuuksia todentaa, voidaan rakenteista ottaa näytekappale. Näytteistä tehtäviä tutkimuksia ovat esimerkiksi:

- Materiaalin myötölujuutta, vetolujuutta ja murtovenymää voidaan testata Veto-kokeella.
- Materiaalin (pakkasenkestävyys, haurasmurtuma) eri lämpötiloissa voidaan tutkia Charpy V-iskusitkeys-kokeessa. Koetta ei tehdä alle 6 mm paksuisille ainevahvuuksille.
- Teräksen koostumusta ja hitsattavuutta testataan materiaalin kemiallisella analyysillä.
- Ultraäänimittauksella ja magneettijauhetutkimuksella etsitään säröjä teräsrakenteista ja tarkastetaan hitsausaumojen kunto.
- Tunkeutumanesteen avulla voidaan myös havaita rakenteen pinnassa olevat säröt ja vauriot.
- Röntgen- ja gammasäteilyn avulla voidaan havaita materiaalin sisäiset epäjatkuuskohdat, mutta ei niiden syvyys sijaintia. (Liikennevirasto 28/2018.)

Maalipinnan vahvuuden mittaamiseen ryhdytään, mikäli epäillään riittämätöntä korroosionestosuojausta metallirakenteissa. Mittaukset tehdään pääsääntöisesti silloin, kun rakenne on maalattu ja halutaan saada varmuus patorakenteen laadusta.

Puun erikoistarkastus suoritetaan silloin, jos epäillään rakenteen kantavuuden heikkenemistä. Padoilla puun rakenteiden erikoistarkastus on harvinaisempaa, koska silmämääräisesti saa yleensä riittävän kuvan padon puurakenteiden kunnosta. Mikäli erikoistarkastuksiin ryhdytään. Voidaan kasvu-kairanäytteen avulla selvittää puun sisäisiä lahovaurioita ja kyllästysaineen tunkeutumista. Lisäksi mikroporalla voidaan tutkia puurakenteen ominaisuuksia kohteessa pintaa syvemmältä. Porauksen aikana mitataan porausvastusta ja poran etenemisnopeutta. Porausnopeuden perusteella näytteen ominaisuuksia voidaan analysoida. (Liikennevirasto 2017.)

#### 4.4 Vedenalaiset tutkimukset

Vedenalainen tarkastus voidaan luokitella myös erikoistarkastukseksi. Tarkastus suoritetaan vedenalaisiin rakenteisiin pääsääntöisesti sukeltamalla. Rakenteiden tarkastus pyritään tekemään yhtä aikaa kuin veden yläpuolisten rakenteidenkin tarkastus. Sukelluksessa käytetään samoja menetelmiä kuin veden pinnan yläpuolella. Haittana veden alla työskentelyssä ovat virtaamat sekä heikko näkyvyys. Ahtaissa tai vaarallisissa paikoissa rakenteiden tarkastukseen käytetään kauko-ohjattavaa robottia.



Kuva 5. Sukellustarkastuskuvia

Vedenalaisessa tarkastuksessa voidaan käyttää myös luotausmenetelmiä. Parhaiten luotausmenetelmätarkastukset sopivat laajojen betonialueiden sekä maapatojen ja padon ympärillä olevien rakenteiden tarkastuksiin. Tämänhetkiset kaikuluotaimet eivät ole vielä niin tarkkoja, että tarkastustuloksiin voitaisiin täysin luottaa, mikäli tarkastellaan metallirakenteiden pintojen ruostuneisuutta. Vedenalaisen tarkastuksen voi tehdä myös kuivaamalla patoalue, valmistamalla työpato tai vastaava, jolla veden pääsyn voi estää tarkastuskohteeseen (Kuva 6). Patoalue on kuivauksen jälkeen helppo ja turvallinen tarkastaa. (Hänninen 2015.)



Kuva 6. Kaarehaaran säännöstelypato kuivattuna (Mäki 2017).

#### 4.5 Mittausmenetelmät

Rakenteiden tarkastuksessa rakenteen kunto saadaan selvitettyä parhaiten mittaamalla vaurion koko. Tässä opinnäytetyössä vaurioiden luokitteluun luotiin taulukot. Taulukon avulla ja mittaustulosten perusteella saa selville rakenteen vaurioluokan. Vaurioluokka-asteikkoja on neljä. Vaurioiden luokitus on laadittu syvyyksien mukaan. Kaikille rakennusmateriaaleille on määritelty omat vaurioluokat. Pääsääntöisesti vauriosyvytydet vaihtelevat 0 - 40 mm väleihin. Vauriosyvytyksien määritelmiin vaikuttavat rakenteiden ainevahvuudet. Mittauksissa käytetään apuna teräsviivainta tai vastaavaa mittavalinettä, jolla syvytydet voidaan mitata helposti ja nopeasti. Vaurioluokituksesta on kerrottu tarkemmin liitteenä mukana olevassa tarkastusohjeessa.



Kuva 7. Vaurioalueen mittaustapahtuma

## 5 MATERIAALIVAURIOT

Materiaalivaurioiden synty voi johtua monesta eri tekijästä, mutta pääsääntöisesti ympäristön kuormitus sekä rakenteiden ikääntyminen tuovat suurimmat muutokset rakenteisiin. Kappaleissa 5.1-6 on kerrottu esimerkkejä tyypillisimmistä vaurioista ja miten ne näkyvät säännöstelypadoilla. Osa kerrotuista vauriosta on selvitettävä erikoistarkastuksin.

### 5.1 Betonivauriot

Tyypillisimpiä betonivaurioita ovat pakkasen aiheuttamat vauriot. Pakkasvauriot aiheutuvat siten, ettei betonissa ole jäätyvälle vedelle niin sanottuja suojahuokosia. Useimmat patorakenteiden betonit ovat valettu silloin, kun suojahuokostus ei ole ollut käytössä. Pakkasvauriot näkyvät rakenteissa halkeiluna ja säröilyinä. Merkittävimmät pakkasvauriot ovat rakenteiden vesirajoissa, jossa betoni voi rapautua jopa kymmenien senttien syvyydeltä. Yleensä rapautumakohdista tulee näkyviin myös raudoituksessa käytetyt teräkset. Pakkasvauriot ovat yleisiä liikuntasaumoissa ja työsaumoissa, joihin vesi pääsee mahdollisesti kerääntymään. Halkeamia ja kalkkiuotoja esiintyy siipimuureissa ja laajoissa betonipinnoissa selvimmin. Hiushalkeamat syntyvät pääsääntöisesti kuivumiskutistumisen seurauksesta. Hiushalkeamista tihkuva vesi kuljettaa mukanaan betonista liukenevaa kalsiumhydroksidia. Monesti vuoto on vähäistä ja haitta on lähinnä esteettinen. (Tikkanen 2017.)

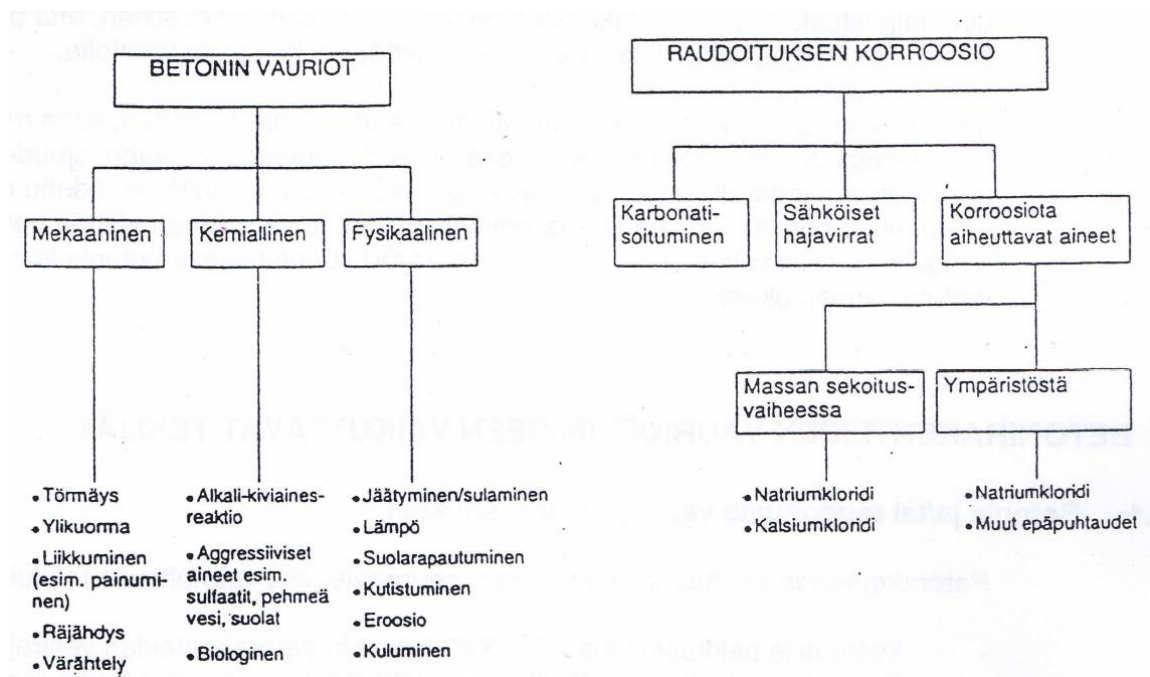
Virtaavan veden aiheuttamaa rapautumista esiintyy yleensä ohijuoksutusrakenteissa. Tyypilliset paikat ovat betonipielet, kynnykset ja virtauspilarit. Betonin koostumuksella ja kivilaadulla on suuri merkitys betonin kestävyyteen. Kun rapautuminen ja eroosio ovat erittäin voimakkaita, rakenteesta tulee esiin betoniraudoitukset. Tämä lisää raudoituksen korroosion etenemistä voimakkaasti. (Muhonen 2005.) Kuvia mahdollisista vaurioista ja vaurioluokista löytyy liitteenä olevasta tarkastusohjeesta. Kohdasta betonirakenteiden vaurioluokat.



Padon betonirungon harvinaisempi vaurio on karbonatisoituminen ja sen aiheuttama korroosio. Betoni antaa suojaa korroosiolta raudoitukselle. Suojaus on kemiallinen ja se perustuu korkeaan betonin emäksisyyteen (pH arvo on noin 13-14), jolloin teräksen pinnalle muodostuu tiivis oksidikalvo. Betonin emäksisyys alkaa laskea, kun betoni reagoi ilman hiilidioksidin kanssa. Raudoituksen kemiallinen suoja häviää, kun pH laskee betonissa alle 9. Tämän jälkeen betonissa olevan teräksen korroosio alkaa. Ympäristöolosuhteet sekä betonin koostumus ja betonipeitteen paksuus vaikuttavat myös karbonatisoitumisen nopeuteen. (Finnsementti 2018.)

Alkalikiviainesreaktio on myös mahdollinen, mutta se vaatii tietynlaisen kiviaineksen, jotta reaktio voi päästä syntymään. Tämä kemiallinen reaktio tapahtuu vain tietyissä kiviainekissa olevien mineraalien sekä sementtikivenhuokosvedessä olevien alkaliain välillä. ( $\text{Na}^+$  ja  $\text{K}^+$  sekä hydroksyyli-ionit ( $-\text{OH}$ )). Reaktiossa tapahtuu paisumista ja se aiheuttaa betonirakenteessa jännityksiä. Niiden seurauksena syntyy halkeilua. Reaktiossa muodostuu hygroskooppista alkaligeeliä. Reaktion seurauksena geeliä muodostuu ja kiteytyy betonirakenteiden pintaan. (VTT 2012)

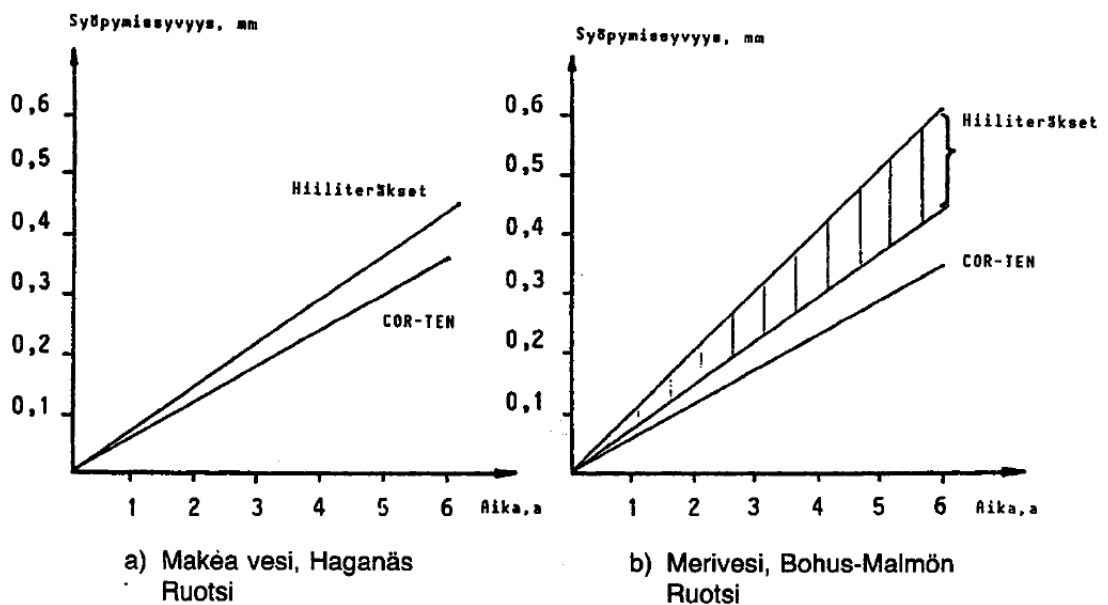
Taulukko 1. Betonivaurioiden tavallisimmat syyt (Meuronen 2005).



## 5.2 Teräsvauriot

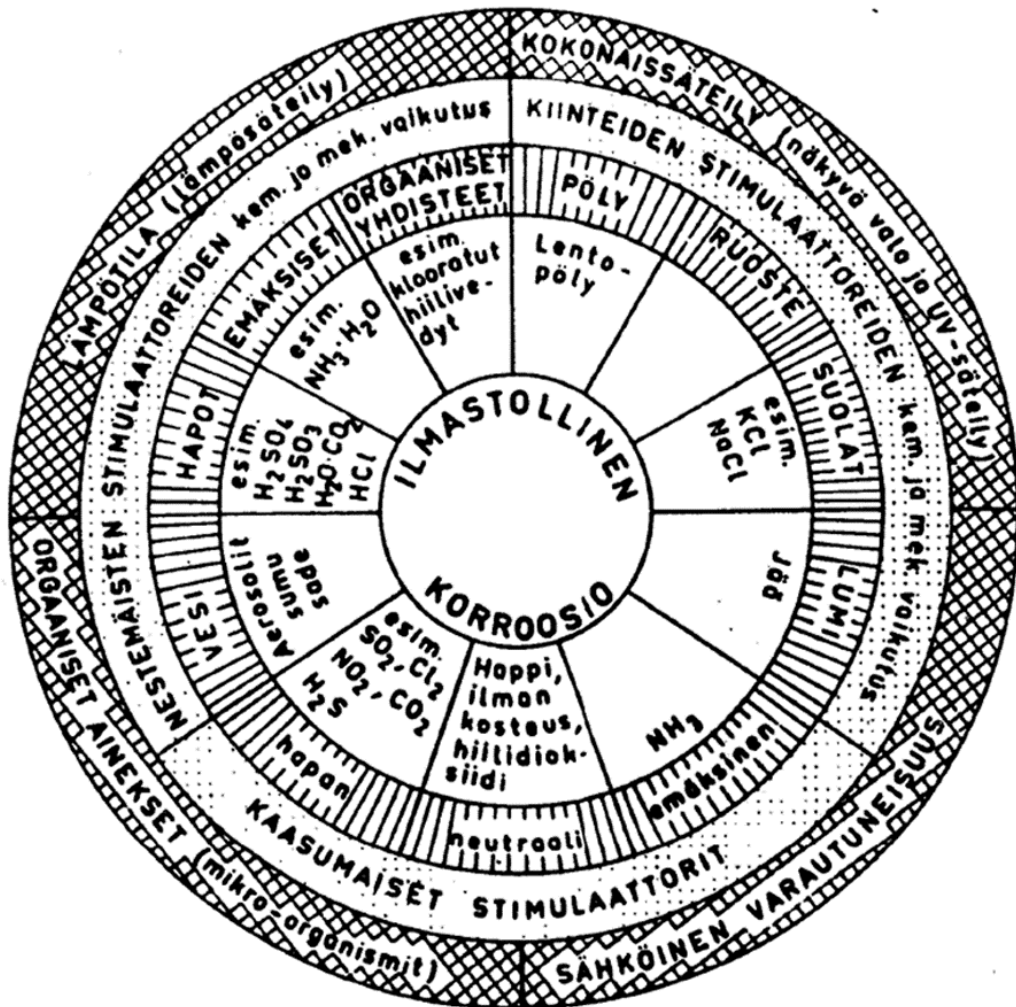
Säännöstelypadoilla on runsaasti käytössä ruostumiselle alttiita metalleja. Ruostumisella tarkoitetaan käytännössä useimmiten teräksen korroosiota. Vedessä korroosiotekijät jakautuvat kahteen ryhmään. Niitä ovat ympäristötekijät tai materiaalin ominaistekijät. Ympäristötekijöinä voivat olla esimerkiksi veden laatu, veden virtauksien voimakkuus sekä veden mukana tulevat mekaaniset kuormitukset tai lämpötila. Materiaalioinaistekijöitä voivat olla, että materiaali liukenee tai muuten reagoi ympäristössä esiintyvien ilman, nesteen ja maa-ainesten kanssa. Korroosion taustalla voi olla kemiallinen tai sähkökemiallinen ilmiö.

Suomen vesistöissä suolapitoisuus on pieni ja vedet ovat pehmeitä. Ominaisuuksiin kuuluu suurehko humusaineiden pitoisuus. Pintavesien kovuus on noin 0,18-0,54 (CA<sup>++</sup> + MG<sup>++</sup>) /kg ja pH-arvo vaihtelevat 6-7:n välillä. Suomalaiset pohjavedet ovat hiilidioksidipitoisuudesta johtuen syövyttäviä. Näin ollen vesistöt eivät muodosta suojaavaa kalvoa teräsrakenteiden pintaan korroosiota vastaan. (Kurkela 2004, 247-270.)



kuvio 4. Taulukko syöpymissyvyyksien vaihtelussa kuuden vuoden ajan jaksolla eri teräslajeilla (Henrikson 2004, 448).

Cor-Ten on lähestulkoon puhdasta terästä, joka sisältää vain pienen määrän lisäainetta. Hiiliteräkset voidaan luokitella usealla eri tavalla käyttökohteen mukaan. Yleisiin rakenneteräksiin kuuluvat seostamattomat hiiliteräkset. Näistä teräksistä valmistetaan myös säännöstelypatorakenteita.

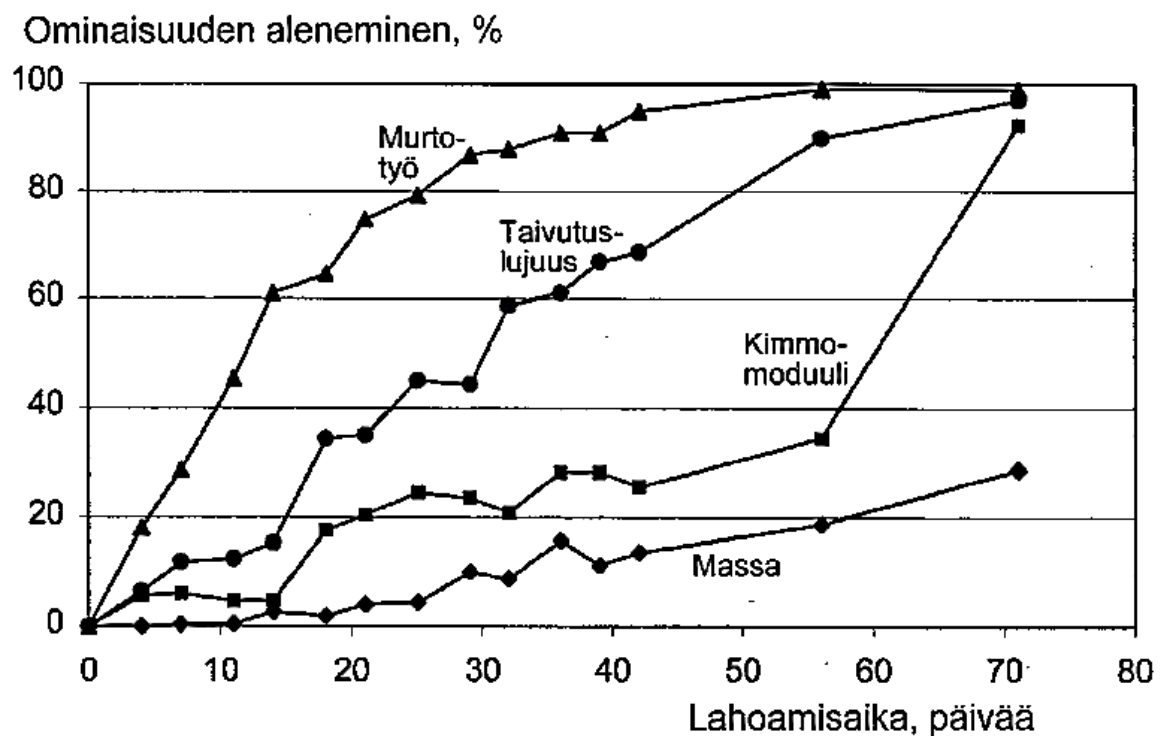


Kuvio 5. Kiinteiden aineiden ja kaasun vaikutukset korroosiossa (Korroosiokäsikirja 2004, 223)

### 5.3 PUURAKENTEIDEN VAURIOT

Patorakenteissa puuta on hyvin vähän. Puu kestää veden alla hapettomassa tilassa vuosia muuttumattomana. Happi ja mekaaninen rasitus nopeuttavat puurakenteen vaurioiden etenemistä. Suurin ongelma puun käytössä on lahon eteneminen

puussa. Se on helppo mieltää vauriona. Mekaaninen lujuus heikkenee huomattavasti lahovaurioisessa puussa. Jo 5 prosentin vähennys massasta saattaa aiheuttaa 50-80-prosenttisen lujuuden alenemisen. Yleisenä sääntönä voidaan ajatella, että kun massa vähenee 10 prosenttia, taivutuslujuus alenee 60-70 prosenttia. Koh-tisuoraan puun pystysyitä vasten puristuslujuus alenee 40 prosenttia, vetolujuus vuorostaan taas 50-60 prosenttia. Kovuus ja leikkauslujuus alenevat noin 20 prosenttia. Erilaisten sienten ja kasvillisuuksien aiheuttamat vauriot saattavat heikentää puuta eri tavoilla, mutta kuitenkin pääsääntönä massan alenemalla menetetään lujuutta yllä mainitulla tavalla. (Kärkkäinen 2007, 324-329)



Kuva 8. Puun eri ominaisuuksien aleneminen (Kärkkäinen 2007, 328).

## 6 SÄÄNNÖSTELYPADON ELINKAARI JA YMPÄRISTÖN VAIKUTUKSET

Tutkimus suoritettiin Nurmonjoen latvajärvillä. Patorakenteet ovat otettu käyttöön 1967-1969 välillä

Padon elinkaari vaihtelee paljon käytön ja paikan mukaan. Luukkurakenteita on Nurmonjoen latvajärvien säännöstelypadoilla erilaisia. Latvajärvien vesistön säännöstelyyn on käytetty kolmea erilaista luukkumallia, jotka rakennustavalta poikkeavat toisistaan:

- kotelorakenteinen sulkuluukku, jossa lämmitys on luukun sisällä, eikä ilma juurikaan kotelossa vaihdu
- levymallinen sulkuluukku, jossa paksu teräslevy on vahvistettu teräsprofiililla veden painetta kestäväksi
- kotelorakenteinen, joka on täytetty eristemassalla esimerkiksi villalla tai uretaanilla.

Vanhat säännöstelyluukut ovat valmistettu rakenneteräksestä (S355). Kaikki metallirakenteet ovat maalattu pääsääntöisesti kemiallisesti kovettuvalla, kaksikomponenttisellä epoksireaktiopinnoitteella eli epoksihartsimaalilla. Ympäristörasitukset ovat hyvin samankaltaisia.

Rakennusteknisesti huomiota kiinnitti jokaisen padon erilainen rakennustyyli. Betonirakenteet olivat hyvin samankaltaisia, mutta sulkuluukuissa oli suuria eroja.

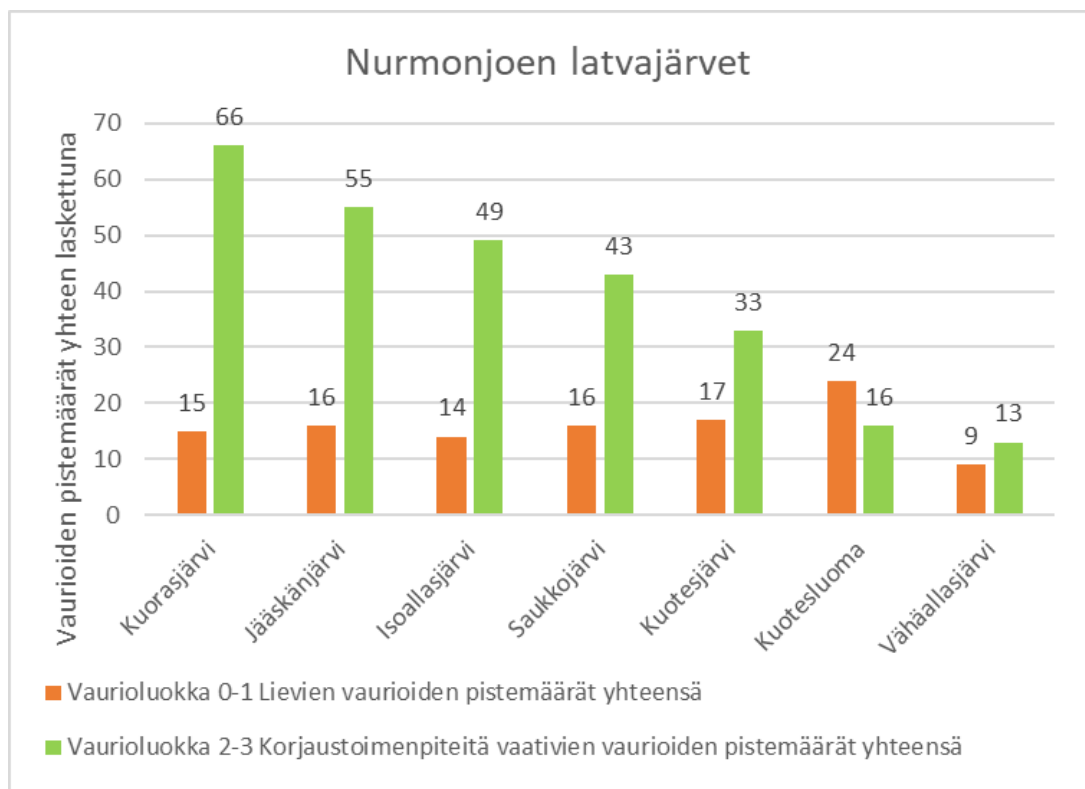
Nurmonjoen latvajärvillä on tehty veden laadun mittauksia jo silloin, kun säännöstelyrakenteita on vesistöön alettu rakentamaan. Vedestä saatua aineistoa oli kerätty hyvin talteen. Tutkimuksessa vertailtiin latvajärvien vesistön veden laadun vaikutusta teräs- ja betonirakenteiden kestävyysasteeseen. Viimeisin raportti on vuodelta 2006 ja siinä ilmenee, että vedet ovat hyvin tasalaatuisia muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta:

”Selvityksessä mukana olleista Nurmonjoen latvajärvistä kaikki muut, paitsi Kuorasjärvi, luokitellaan vuoden 2005 veden laatuaineiston perusteella vesistöjen yleisessä käyttökelpoisuusluokituksessa (Vesi ja ympäristöhallitus 1988) luokkaan välttävä. Kuorasjärvi kuuluu luokkaan

tydyttävä. 1990-luvulla järvet sijoituivat luokituksessa samalla tavalla (Lakso ym. 1994). Siten huomattavia muutoksia tarkastelussa olevien latvajärvien veden laadussa ei näytä tapahtuneen 1990-luvun jälkeen.

Tarkemmassa järvien välisessä tarkastelussa havaitaan veden laadun olleen Jääskänjärven reitillä huonoin Saarijärvellä ja Kuorasjärven reitillä Putulanjärvellä sekä Kuotesjärvellä” (Sivil 2006)

Kuvio 6. Vauriopisteytys



Kuviossa 6 näkyy Nurmonjoen latvajärvien vaurioiden pistemäärät. Pisteet on otettu tarkastuslomakkeista, jonne säännöstelypatojen vauriot ja niiden kuvaukset on kirjattu tarkastustyön yhteydessä. Pisteytyksellä pyritään saavuttamaan yksinkertaisella menetelmällä luokitus, jolla samankaltaiset padot saadaan luokiteltua huolto- tai saneeraussuunnitelmassa tärkeysjärjestykseen. Matalimmat 0-1-pisteet eivät vielä lisää padon käyttö turvallisuusriskiä. Vaurioissa 2-3 on tehtävä tarkempia tutkimuksia vaurioiden sijainnista ja todellisesta vakavuudesta.

Tutkimuksien perusteella järviveden laatu ei nopeuta patorakenteen heikkenemistä betonirakenteissa. Paras veden laatu löytyi Kuorasjärveltä, mutta betoni oli siellä

pahiten rapautunut. Kuorasjärvien padon betonirakenteeseen on vaikuttanut rakennustyyli. Rapautumista oli lisännyt betoniin valetut liian suuret lämmityselementit. (Kuva 9 vas.) Tämän seurauksena betoni on halkeillut ja vesi on päässyt rakenteiden sisään. Talvella rakenne on jäänyt ja rapauttanut rakenteita nopeammin kuin muilla padolla. Vastaavaa rakennustyyliä ei ole käytetty muilla latvajärvien padoilla. Betoni oli tasalaatuista kuudella muulla latvajärven padolla. Rapautuminen rakenteessa on hyvin samankaltaista. Poikkeavuuksia löytyi lähinnä, kun vesi oli virrannut betonirakennetta vasten useita vuosia esimerkiksi rikkinäisen sulkuluukun tiivisteiden takia (Kuva 9 oik.). Juokseva vesi kuluttaa betonirakenteen pintaa nopeammin kuin paikallaan pysyvä vesi.



Kuva 9. Lämmityselementti näkyvissä (vas.), Laatan ja seinän välinen liitos rapautunut (oik.)

Teräsrakenteissa suurin vaikutus rakenteiden ruostumiseen on rakennustyyli ja pinnoitteet. Huomiota herätti eniten luukkurakenne (Kuva10 vas.), jonka sisälle oli laitettu lämpöeristeeksi kovavillaa. Luukun sisään oli kertynyt kosteutta ja kosteus oli imeytynyt villaan. Eristeeksi tarkoitettu villa ei ollut päässyt kuivumaan kotelorakenteessa. Luukun sisälle kertynyt kosteus oli aiheuttanut rakenteen puhki ruostumisen. Kosteus ja metalliin kiinnitetty villa oli kiihdyttänyt ruostumista.



Uretaanitäytteinen luukku oli säilynyt hyväkuntoisena. Uretaani oli luukun sisällä kuivaa. Rakenne oli täysin umpinainen eikä ilma pääse vaihtumaan kotelorakenteessa. Täysin umpinainen rakenne estää kosteuden kertymisen kotelorakenteen sisälle. Luukku on pitkäikäinen. Luukussa oli hyvä maalipinta, joka suojaa myös metallia ruostumiselta. (kuva11)



Kuva 10. Villalla eristetty luukku (vas.) Levymallinen teräspalkein vahvistettu luukku (oik.)

Paras luukkurakennelma olisi levyrakenteinen luukku, jossa ei ole kotelorakenteita tai laajoja tasomaisia pintoja, johon epäpuhtaudet voisivat kiinnittyä. Teräspalkein vahvistettu luukkumalli (kuva 10 oik.) on levymallinen sulkuluukku, jossa on paksu teräslevy. Teräslevy on vahvistettu teräsprofiililla siksi, että levy ei taivu veden paineesta. Rakennustapa on muutoin hyvä, mutta luukun kiinni jäätyminen on herkkää,



koska kylmä ilma on suoraan kosketuksissa luukun teräksiin ja sitä myöden veteen. Ruostumisen luukkurakenteessa oli pääsääntöisesti aiheuttanut vääränlainen muotoilu. Rakenteen tasoille kertyy ajan saatossa maa-ainesta. Maa-aines pysyy jatkuvasti kosteana ja se kiihdyttää ruostumista sekä sammaloitumista.



Kuva 11. Uretaanitäytteinen sulkuluukku

## 6.1 Nurmonjoen latvajärvien elinkaari ja ympäristön vaikutukset

Haastattelussa kysymyksiin vastasi tekninen asiantuntija Juha Jyrkkä. Jyrkkä kertoi latvajärvien elinkaaresta: Latvajärvien padot ovat pääsääntöisesti rakennettu 60-80-luvulla. Nyt kun eletään vuotta 2019, patojen elinkaari alkaa olla keskimäärin noin 50 vuotta. Kun ajatellaan teräs- ja betonirakenteiden elinkaarta, suunnitteluvaiheessa on ehkä ajateltu 40-50 vuotta teräsrakenteelle ja betonirakenteille enemmän.

Säännöstelypadoilla ei ole sellainen tilanne vielä, että voitaisiin ajatella rakenteiden olevan elinkaaren loppupäässä vaan pikemminkin puolessavälissä. Teräsrakenteita esimerkiksi luukkuja voidaan uusida ja näin on meneteltykin joissakin kohteissa, kun taas betonirakenteita ei uusita, vaan niitä korjataan uudelleen. Jotta voitaisiin varmistaa elinkaaren loppuosan hallinta, on patojen kunnan seuraaminen

erittäin tärkeää. Kunnostustoimenpiteet sekä hankkeet ovat isoja ja kalliita projekteja. Näiden kuntotarkastuksien perusteella tulee tarpeellista tietoa määrärahojen ohjaamiseksi ” oikeaan paikkaan oikeaan aikaan”.

Huomioitavaa on, että määrärahoja on vain vähän käytettävissä ja jaettavissa, mutta kunnossapidettäviä kohteita on paljon. Kaikkea ei voida pitää uudenveroisessa kunnossa. Silloin on mietittävä, mikä on hyvä kunto tai milloin rakenne on hyväkuntoinen. Näin voidaan löytää sellainen taso, milloin rakennetta voidaan pitää hyväkuntoisena tai tyydyttävänä. Eli rakenteissa havaittavat vauriot tai kulutuksesta aiheutuneet vauriot eivät aiheuta vaaraa tai käyttövarmuuteen sekä -turvallisuuden poikkeamia. Niiden kanssa kuitenkin pystytään elämään.

Jyrkän näkemys latvajärvien säännöstelypatojen kunnossapidosta: Jos ajatellaan, että padon käyttöikä on noin 80-100 vuotta, ensimmäiset 30-40 vuotta on niin sanotusti eletty ”pää pellossa”, jolloin säännöllistä huoltoa tai ennakkohuoltoa ei ole suoritettu tai se on ollut vähäistä. Selvät vauriot tai vikakorjaukset on kuitenkin suoritettu. Tämän lyhytnäköisen menettelyn vaikutukset kunnossapidossa tulevat näkyväksi tulevaisuudessa. Tällaisen toiminnan takia joudutaan varautumaan suurempiin kunnostushankkeisiin.

Jyrkkä kertoo haastattelussa, miten hän näkee kunnostushankkeiden jälkeen uuden tavan toimia padon elinkaarijanan pidentämiseksi: Kunnossapidon suunnittelu ja järjestelmällinen toteuttaminen ovat ainoa vaihtoehto, mikäli elinkaarta halutaan pidentää. Henkilöressurssien väheneminen valtion hallinnossa aiheuttaa sen, että kunnossapito elinkaaren hallinnassa pitää panostaa entistä enemmän.

Jyrkkä kertoo haastattelussa, miten näkee ympäristötekijöiden vaikutukset elinkaaren hallintaan: Koneteknisessä mielessä säännöstelyluukku tai patorakenne on yksinkertainen. Siinä ei sinänsä ole paljon rakenneosia, vaan niiden määrä on aika suppea. Toimintaympäristö, jossa niitä käytetään, on kuitenkin aika haasteellinen. Vesi ja ilmastorasitustekijät sekä säävaihtelut sekä lisäksi luukkujen käytöstä aiheutuvat rasittavat voimat tekevät toimintaympäristöstä haasteellisen.

Patorakenteet ovat koko ajan tekemisissä erilaisten ympäristötekijöiden, mekaanisen ja kemiallisen kuormituksen alaisena. Kun tähän lisätään rakennus- ja valmistusvaiheessa tapahtuneet tuotantopoikkeamat, erilaiset suunnittelu- tai rakennustekniset ratkaisut, esimerkiksi väärä materiaali tai väärä pintakäsittelymenetelmä, tästä aiheutuu tilanne, että padolla on erilaisia muuttuvia tekijöitä, jotka ovat vuorovaikutussuhteessa toistensa kanssa ja niiden vaikutusta rakenteiden kuntoon on vaikea määritellä. Siten rakenteen elinkaarta tai kunnon kehittymistä on hankala ennustaa tarkasti etukäteen.

Jyrkkä kertoo mitkä tekijät ovat rasittaneet eniten latvajärvien säännöstelypatoja: Kaikilla Nurmonjoen latvajärvien padoilla on nähtävissä tyypilliset veden ja ilmaston aiheuttamat vauriot, kuten virtaavan veden ja jään aiheuttamat rapautumat betonissa tai korroosiovauriot luukussa sekä muissa teräsosissa. Vauriot esiintyvät vesirajassa veden säännöstelyvälin muodostamalla alueella. Vesiraja on haasteellinen, kun siinä yhdistyy kaikkien kuormitustekijöiden vaikutukset. Havainnoista on nähtävissä, että rakenteet kestävät suoraa opporasitusta tai ilmastorasitusta paremmin.

Latvajärvien rakenteet ovat sikäli mielenkiintoinen kohde, että ne on rakennettu samoihin aikoihin, mutta ovat rakenteiltaan eri lailla toteutettuja ja niille ei ole tehty yhtenäistä suunnitelmaa, vaan suunnittelu on tehty hankekohtaisesti. Jollakin padolla oli isoja vaurioita betonirakenteissa ja toisella padolla luukussa merkittäviä korroosiovauriota. Näissä oli nähtävissä tehtyjen rakenneratkaisujen vaikutus vaurioitumiseen.

Latvajärvien padoilla suoritetun kuntotarkastuksen havainnoista saa sellaisen käsityksen, että tehdyt rakenneratkaisut ovat vaikuttaneet enemmän vaurioiden muodostumiseen kuin ympäristörasitukset. (Jyrkkä 2019)

## **6.2 Patoluukun käyttöaste**

Patoluukuilla on erilaisia käyttötapoja. Luukkuja on jatkuvassa käytössä ja joitakin luukkuja ei käytetä kuin äärimmäisessä hätätapauksessa. Harvoin käytössä olevat

luukut ovat ns. tulvaluukkuja, joita avataan silloin, kun pengerrretyn joen vedenpinta nousee liian korkealle. Silloin vettä juoksetetaan pengerrysalueille, jotka ovat pengerrettyjä peltoalueita. Vastaavanlaisia luukkuja käytetään myös tekoaltailla. Altaan täyttökanava suljetaan luukulla silloin, kun allas täyttyy ylärajalle eikä vettä uskalleta enää juoksettaa enempää altaaseen, tai altaan maapaossa oleva ns. hätätyhjennysluukku avataan ylitäytön tai pengervaurion takia.

Jatkuvassa käytössä olevat luukut ovat ns. automatisoituja säännöstelyluukkuja, jotka säätävät vedenpinnan korkeutta reaaliaikaisesti. Esimerkiksi voimalaitosten lähetyvillä olevat luukut ovat jatkuvassa käytössä. Voimalaitosten juoksetusluukuilla hallitaan veden optimaalista virtausta turbiineille.

### **6.3 Automatisoinnin lisääntymisen vaikutus**

Säännöstelyluukkujen käyttöaste kasvaa automatisoinnin lisääntymisen myötä. Automatisoitu luukku pitää vedenpinnan aina halutulla korkeudella ja luukku voidaan säätää pienimpiinkin veden virtauksen muutoksiin. Ennen automatisointia ihminen kiersi vesistöjä ja tarkasteli veden korkeuksia säätäen siten luukut oikealle kohtaa. Työntekijät vähentyvät maastosta ja seuranta tapahtuu anturitekniikkaa hyödyntäen etävalvonnalla. Veden pinnan korkeudet tulevat reaaliaikaisena tietoon padon käyttäjille. Havainnointi padoilla tapahtuu kameratekniikan avulla. Padot pääsääntöisesti automatisoidaan, niin että säännöstelypato on täysin miehittämätön.

Vanhat patorakenteet ovat suunniteltu kestämään hyvin staattista kuormaa. Luukkuja on nostettu ja laskettu alun perin ihmisvoimalla. Ihmisten tekemä fyysinen työ on korvattu monella säännöstelypadolla automatisoinnilla. Automatisointiin liittyy ohjauskeskuksen rakentaminen ja sähkömoottorien asennus säännöstelyluukkujen ohjaukseen. Muutostöiden jälkeen ihmistä ei tarvitse enää kuin valvonta ja huoltoihin automatisoinnin jälkeen. Automatisoinnin jälkeen luukun toiminta muuttuu siten, että luukku liikutellaan pääsääntöisesti sähkömoottorin voimalla. Tarkan automaattiosäätelyn johdosta lisääntynyt käyttö ja säätäminen kuormittavat luukkuja ja

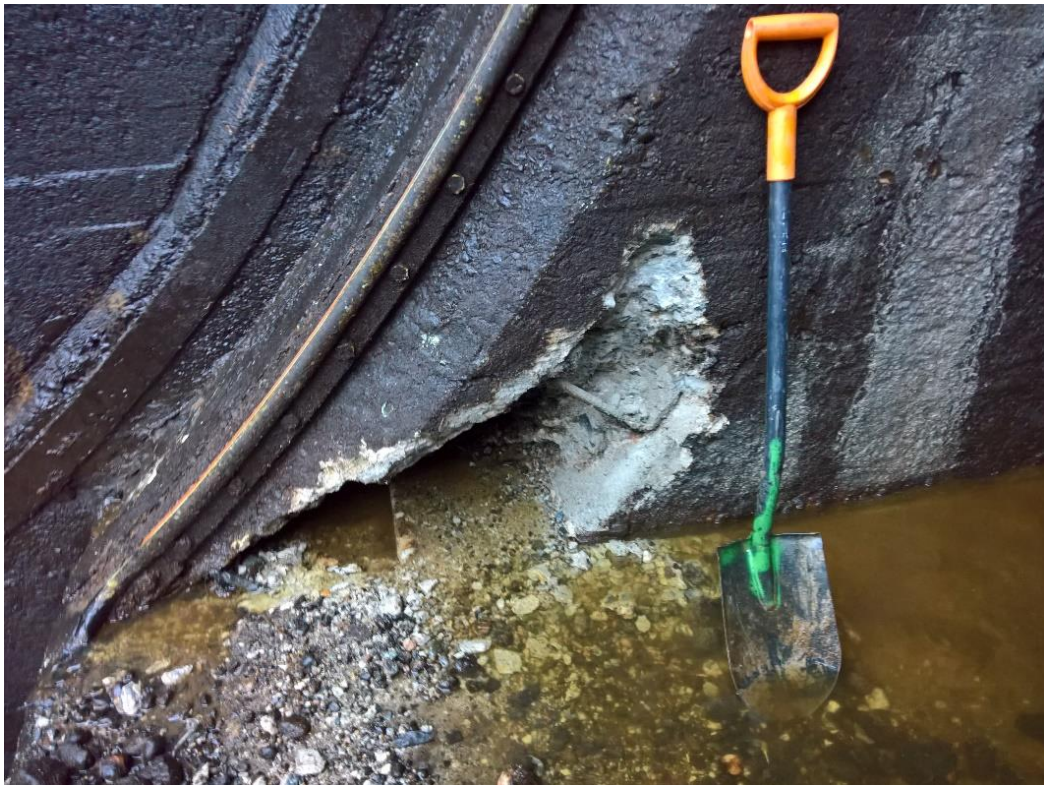
luukun nostokoneistoa enemmän, mitä alun perin on suunniteltu. Rakenteisiin kohdistuva vaihtokuormitus lisääntyy ja esimerkiksi materiaalien väsymisestä aiheutuvat vauriot voivat lisääntyä.

## 7 KUNTOARVIOMENETELMIEN LUOMINEN

Kuntoarviomenetelmien luominen Etelä-Pohjanmaan ELY-keskukselle toi pohjan tälle työlle. Yhteisissä palavereissa määriteltiin raamit, mitä järjestelmällä halutaan saada esille. Tärkeimmät tekijät tarkastuksille olivat:

- Luodaan ELY-keskukselle tarkastusjärjestelmä, joka on yhteisesti hyväksytty ja yleisesti noudatettava toimintamalli.
- Järjestelmä tuo nykyistä paremmin tietoa esille patojen rakenteiden kunnosta. Yksittäisistä vauriokohdista, sekä kokonaiskunnosta.
- Saadaan määriteltyä saneerauksille toteutusjärjestys kuntoluokituksilla.
- Pystytään aiempaa paremmin ennakoimaan mahdolliset huoltotoimenpiteet aikatauluineen.

Ensimmäisenä tutustuttiin patoalueiden ympäristöön ja kierrettiin patoalueita läpi. Tämä loi näkemyksen Etelä-Pohjanmaan alueella sijaitsevista padoista. Lisäksi saneerauksen alla olevia patoja oli samanaikaisesti kolme kappaletta. Patojen rakenteisiin pääsi tutustumaan todella hyvin. Alla on esimerkki kuvia säännöstelypadoilta olevista luukuista ja betonirakenteista.



Kuva 12. Betonivaurio Kaarehaaran padolta (Mäki 2017.)





Kuva 13. Saneerauksen kohteena oleva luukku



Kuva 14. Puurakenteinen luukku 70-luvulta. (Tarkastuksen yhteydessä tiiviste ja ohjaintuki asennettu)

Useiden erilaisten luukkurakenteiden ja patorakenteiden tutkimisen jälkeen muodostui näkemys tarkastusjärjestelmästä. Ennen tarkastusprosessin aloitusta tutkittiin myös valmiita kuntotarkastukseen liittyviä ohjeita. Liikennevirastolla on ohjeita taitorakenteiden, kuten esimerkiksi siltojen ja kanavien tarkastukseen liittyen, mutta järjestelmä sellaisenaan olisi ollut liian hidas ja raskas käyttää ja eivätkä ne sovellu suoraan säännöstelypatojen tarkastukseen. Padon tarkastukseen sopivia selkeitä ohjeita ei ollut, joten koko järjestelmä luotiin alusta asti.

## 7.1 TARKASTUKSESSA KÄYTETYT MENETELMÄT

Tarkastusmenetelmät perustuvat mittauksiin ja ainetta rikkomattomiin menetelmiin. Mittaukset suoritetaan rakenteen pinnoista, joista materiaalia on poistunut rapautumisen tai ruostumisen seurauksena. Mittavälineinä käytetään teräsviivainta tai syvyystyöntömittaa. Pidemmän matkan mittaamiseen käytetään rullamittaa tai vastaavaa, jolla kohde voidaan mitata. Tällainen voi olla esimerkiksi taipumien mittaaminen runkorakenteista.



Kuva 15. Puhki ruostunut luukkurakenne mittauksien alla





Kuva 16. Esimerkki betonin rapautumissyvyyksien mittauksesta

Betonirakenteissa ja teräsrakenteiden ruostuneisuuden tutkimuksessa käytetään apuna teräspiikkiä sekä vasaraa. Mikäli halutaan tutkia aineen kiintonaisuutta, voidaan rakennetta koettaa vasaralla kopistelemalla tai teräspiikillä. Varottavana on kumminkin rakenteen turha vaurioittaminen. Lopuksi mittauksen ja tutkimuksen perusteella rakenteet ja vauriokohdat kuvataan dokumentointia varten.



Kuva 17. Koetus teräspiikillä

Nostokoneiston toimivuus testataan rakennetarkastusten yhteydessä. Koekäyttö tehdään sen takia, että saadaan varmuus koneiston toimivuudesta. Suurin osa säännöstelypadoista on etäkäytössä, joten myös etähallinta/kaukokäyttö testataan. Turvallisuutta lisäävät tekijät huomioidaan tarkasti. Automatisoinnin lisääntymisen myötä myös padon käyttöturvallisuus muuttuu, jolloin vaaraa aiheuttavat tekijät ovat tärkeä ottaa huomioon tarkastusten yhteydessä.

Kameroiden lisääminen padon tarkkailuun on yksi merkittävästi turvallisuutta lisäävä tekijä. Luukun nostaminen lisää veden virtausta alueella ja saattaa aiheuttaa vedessä oleville henkilöille välittömän vaaratilanteen. Kameran avulla voidaan tarkkailla, ettei tällaista tilannetta pääse syntymään. Lisäksi automaation yhteyteen on voitu lisätä äänimerkin anto, kun luukku lähtee liikkeelle. Kaikkialla ei vielä tällaisia turvatoimia ole, mutta rakenteiden tarkastusjärjestelmällä puutteisiin kiinnitetään huomiota.



Kuva 18. Kameravalvonta (vas.) Automaatiolaitteisto Kätjänjärveltä (oik.)

## 7.2 Havaintojen teko

Rakennetarkastuksessa tarkastusmenetelmät perustuvat ensisijaisesti näköhavaintoihin. Havainnoinnin perusteella tehdään ensimmäinen tulkinta rakenteen kunnosta. Näköaistin avulla nähdään nopeasti vauriot, vuotokohdat, viat tai puutteet.

Vertailukelpoisen näköhavainnon edellytyksenä on:

- riittävä valaistus
- useita havaintokertoja
- valaistuksen oikea suuntaus
- tarkkailu oikealta etäisyydeltä.

Kuuloaistin avulla voidaan tulkita rakenteen kiintonaisuus, laakerivika tai liiallisen kitkan aiheuttama ääni. Kuuloaistin käyttö patotarkastuksissa vaatii paljon kokemusta tarkastajalta. Usein tarvitaan myös apuvälineitä tulkitsemaan vaurio. Stetoskooppi on yksi tapa kuunnella esimerkiksi vaihteiston laakereiden ja rattaiden kuntoa.

Huomioitavia asioita:

- Ihminen kuulee myös muita ympäristössä olevia ääniä.
- On opittava tunnistamaan erilaiset äänet.
- Sääolosuhteet vaikuttavat heijastuviin ääniin.
- Äänen kuuntelu tulee suorittaa niin, että se on toistettavissa uudelleen.
- Äänien tulkinta vaatii rakenteiden tarkastajalta hyvää kohteen rakenteen käyttötuntemusta.

Tuntoaistin avulla saadaan koetettua värinät tai välykset mekaanisista rakenteista. Vedenalaisessa tarkastuksessa tuntoaistin käyttö korostuu huomattavasti. Rakenteen epätasaisuus on helpompi tulkita sameassa vedessä, jossa on huono näkyvyys, tuntoaistin avulla kuin näköhavainnoin.

Tuntoaistin käytössä huomioitavia asioita:

- Tuntoaistiherkkyys on erilainen jokaisella tarkastajalla.
- Kylmässä säässä tuntoaistia on haastava käyttää.
- Vuotojen valvonnassa on oltava varovainen ja täytyy tietää, mitä tutkii tuntoaistin avulla.
- Terävät esineet saattavat vaarantaa tuntoaistin käyttöä.

Rakennetarkastusta tehdessä pitää havainnoinnin tukena olla vastaava materiaali, johon vertausta voi tehdä. Havainnointiin luotiin ohje, jota voi käyttää apuna vaurion luokituksessa. Kuvassa 19 on malliesimerkki, jonka avulla pystytään määrittelemään rakenteen kunto. Jokaisesta vaurioluokasta pitää olla esimerkkejä, jolloin saadaan rakenteet luokiteltua ja pisteytettyä rakennetarkastuksessa oikein.



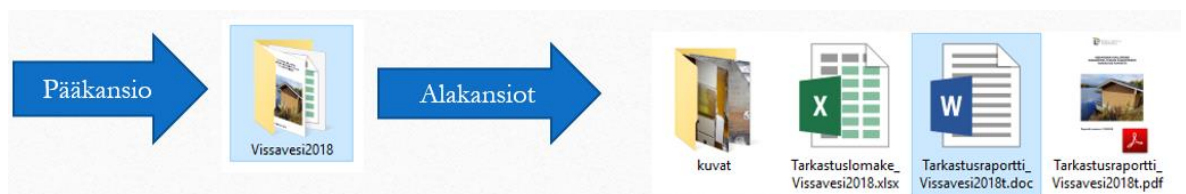
Kuva 19. Vertailumahdollisuus.

## 8 RAKENTEIDEN TARKASTUKSEN SUORITTAMINEN

Padoilla tehtävien tarkastusten yhteydessä alkoi kehittyä tapa, jolla patorakenteita pystytään käymään läpi yksityiskohtaisesti. Apuna käytettiin erilaisia mittavälineitä, joilla patorakenteiden vaurioita mitattiin. Useiden tarkastusten jälkeen sopiva välineistö löytyi. Ideana rakennetarkastuksessa oli koko ajan, että tarkastus ei saa olla liian vaikeaa, vaan tarkastus on pystyttävä suorittamaan mahdollisimman helpolla, kuitenkin unohtamatta tarkkuutta, kun vauriomittauksia tehdään. Vauriomittauksien tukena oli kamera, jolla kohde kuvattiin yksityiskohtaisesti. Tämä osoittautui heti hyvin tärkeäksi toimenpiteeksi. Loppuraporttia tehdessä muistamisen tukena kuvat ovat ehdottoman tärkeitä. Endoskooppi oli käytössä kotelorakenteiden kuvaamisessa. Ilman sitä moni kotelorakenne olisi jäänyt tarkastamatta.

### 8.1 Rakenneosien tietojen koonti

Tiedot patojen rakenteista kerättiin tietokoneelle patokohtaisiin kansioihin, joihin kuvat jaoteltiin padon nimen mukaan. Patokansioihin luotiin myös omat kansiot kirjallisisille muistiinpanoille. Kuvia padoilta tuli paljon. Kuvat oli helppo käydä läpi ja ottaa käyttöön vain ne kuvat, joista oli hyötyä. Kansioiden jaottelu osoittautui hyväksi tavaksi, koska selkeys kansioiden välillä osoittautui erinomaiseksi.



Kuva 20. Kansioiden jaottelu



## 8.2 Tarkastuslomake

Jokaisen padon tarkistustyön jälkeen tehtiin kattavat muistiinpanot kuvien ja padolla tehtyjen kirjanpitojen perusteella. Tästä alkoi muodostumaan tarkastuslomake, joka otetaan padolle mukaan. Tarkastuslomake on Excel-pohjainen, joka voidaan tulostaa paperille tai täyttää se sähköisessä muodossa. Tarkastuslomake auttaa tarkastajaa muistamaan tarkastettavat kohteet padolla. Tarkastuslomake antaa tarkan ja laajan kuvan padon kunnosta. Patotarkastus suoritetaan ja dokumentoidaan aina samalla tavalla, jolloin tarkastusdokumentit ovat vertailukelpoista materiaalia toistensa kanssa. Tarkastuslomakkeeseen saa liitettyä sähköisesti kuvan, joka helpottaa dokumenttien lukijaa. Kuvan saa aukaistua hyperlinkin kautta. Lukija voi myös katsoa kuvat erikseen kansioista, joka liitetään sähköiseen muotoon dokumenttien yhteyteen. Valmiiksi täytetty tarkastuslomake laskee annetut vaurioiden pisteet yhteen. Tarkastuslomakkeista saatujen tietojen perusteella voidaan patojen rakenteiden kunto luokitella tärkeysjärjestykseen. Pistelaskelma perustuu vauriolöydösten määrään. Vaurioluokassa 0-1 ei ole kriittistä välittömiä toimenpiteitä vaativia vaurioita, mutta luokassa 2-3 on ja tämä lukema määrittää huollon tai korjauksen kiireellisyyden.

Taulukko 2 Vaurioluokka

Paikan nimi: Isoallasjärvi Osoite: Alavus		 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:		Kuvat:
Alle on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0-1	2-3	Kirjallinen kuvaus vauriosta, tai muuta huomioitavaa	Linkki suoraan
<b>Teräsrakenteet</b>				
sulkuluukun pielet/ reunukset		2	Luukun ja settiaukon vesirajoissa 2-5mm Ruostuneisuutta	<a href="#">kuvia/0 (56).jpg</a>
Vedenalainen tarkistus sulkuluukun pielet/Reunukset		2	Luukun piellurissa ruostuneisuutta. (Ei kuvattu)	
Settiuran pielet/reunukset		3	Settiakon kohdassa vesirajassa 3-5mm syöpymiä	<a href="#">kuvia/0 (31).jpg</a>
Vedenalainen tarkistus settiuran pielet/reunukset		3	Settiuran reunat ruosteiset ja syöpyneet	<a href="#">kuvia/0 (13).jpg</a>
Nostokorvakkeet	0		Uuden veroisia, mutta sammaloituneet	<a href="#">kuvia/0 (48).jpg</a>
Hitsausaumamat kokonaisuudeltaan	0		Ei repeytymiä. Hyväkuntoiset hitsaukset kaikkialla	
Rappuset	0		Ei ole	
Mitta Anturiputki ja sen kiinnitys		2	Irronnut osittain	<a href="#">kuvia/0 (67).jpg</a>
Säännöstelyluukun rakenne		2	Pinta-alaan nähden hyväkuntoinen. Maalipinnassa paikoittaisia syöpymiä	<a href="#">kuvia/0 (27).jpg</a>
Vedenalainen tarkistus säännöstelyluukku		2	Luukun alareunassa muutama ruosteaurio	<a href="#">kuvia/0 (19).jpg</a>
Säännöstelyluukun sisäpuolinen rakenne	0		Hyväkuntoinen	
Piellien välituki/koneistopalkki	0		Hyväkuntoinen, mutta sammaloitunut, lievä pinta-ruostetta	<a href="#">kuvia/0 (66).jpg</a>
Tappitangot/nostomekanismi		2	Alapäässä 1-2 mm ruoste syöpymiä	<a href="#">kuvia/0 (49).jpg</a>
Vedenalainen tarkistus kynnyks			Ei tarkistettu pohjassa mutaa	
Veden korkeuden mitta-asteikko		2	Ruostuneisuutta 0-3mm mitta asteikon taustustassa	<a href="#">kuvia/0 (37).jpg</a>

### 8.3 Tarkastusraportti

Yksistään tarkastuslomake ei riitä riittävän kattavan kuvan saamiseksi padon kunnosta. Tarkastuslomakkeen tueksi luotiin tarkastusraportti, johon padon kunto ja luokittelu voidaan kirjallisesti tuoda esille. Tarkastusraportti on Word-pohjainen. Word-pohjaa on helppo käyttää. Tarkastusraportissa on osiot, joihin täydennetään kirjallinen kuvaus materiaalien vaurioista. Lisäksi tarkastusraportissa on taulukot, joihin määritellään kokonaiskunto ja seuraava rakenteiden tarkastusajankohta. Kokonaiskunto määritellään valmiiseen taulukkoon rastittamalla kohta, joka kuvaa padon kuntoa.

Taulukoita tutkimalla saa nopeasti kuvan säännöstelypadon kunnosta. Tarkennuksen taulukon tietoihin saa lukemalla koko tarkastusraportin. Raportin loppuun merkitään välitöntä huoltoa vaativat kohteet ja seuraava rakenteiden tarkastusajankohta. Näiden kahden tiedon perusteella tehdään suunnitelma seuraavista huolloista sekä seuraavasta tarkastuksesta. Tämä luo järjestelmän, joka toimii prosessinomaisesti.

### 8.4 Tarkastusohje

Tarkastusten ja monien kirjallisten kokeilupohjien jälkeen luotiin patojen tarkastuksiin valmiit dokumenttipohjat, joiden avulla saadaan tarkastusprosessi mahdollisimman samankaltaiseksi, vaikka tarkastaja välillä muuttuisikin. Kaiken tämän ympärille tehtiin tarkastusohje dokumenttipohjien käyttöön. Lisäksi tarkastusohjeessa kerrotaan, miten vaurioiden vakavuusaste pystytään selvittämään. Kuntoarvio suunniteltiin patojen tarkastustöiden perusteella. Tarkastustöissä vertailtiin uudenveroisten sekä vanhojen pahasti vaurioituneiden patojen kuntoa. Näiden perusteella pystyttiin luomaan ohje vaurioiden luokitukseen. Tarkastusohje helpottaa patotarkastajan työtä huomattavasti. Tarkastusohje on liitteenä työn lopussa.

## 8.5 Prosessin luominen

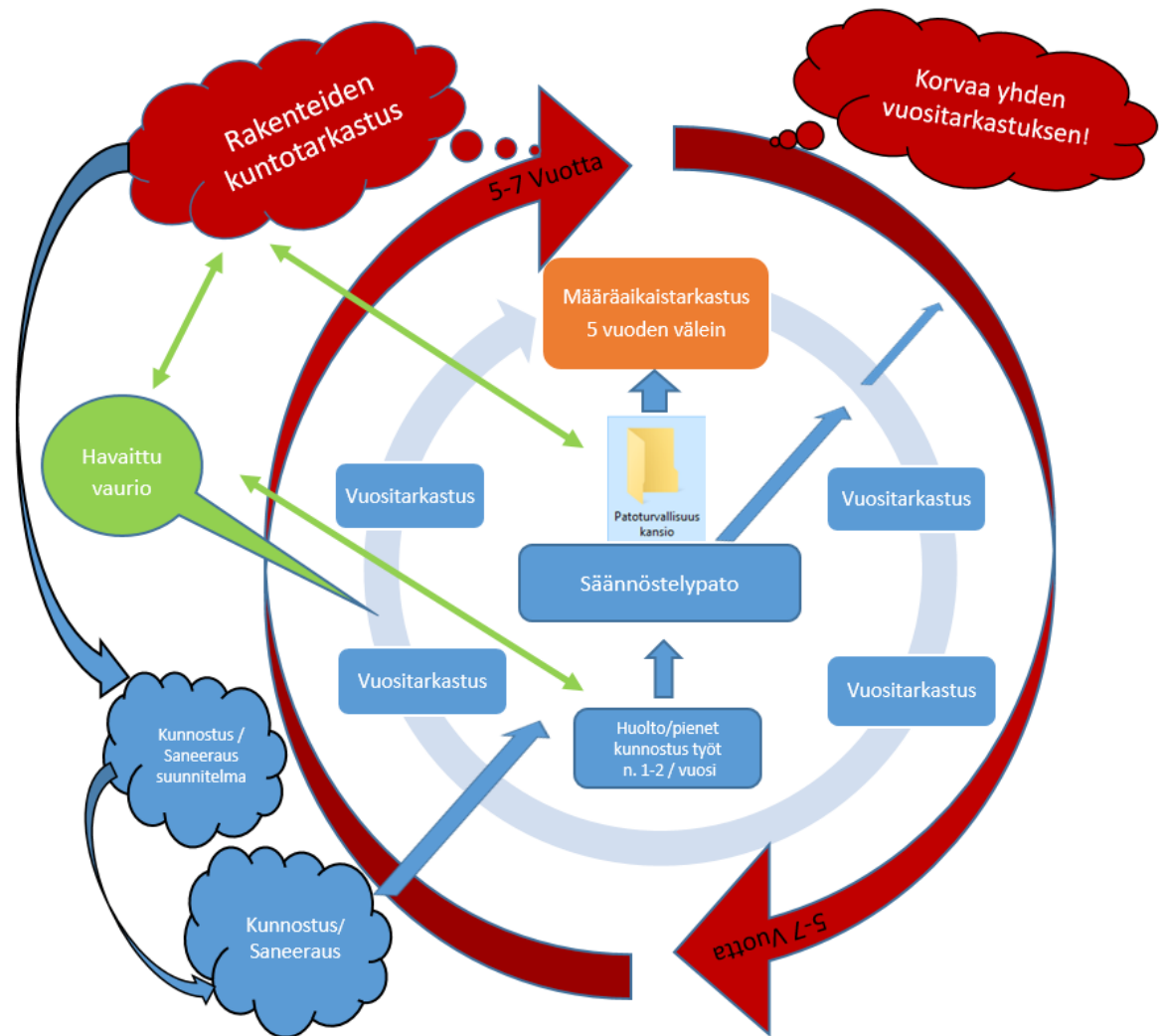
Säännöstelypadon kuntoarvio tulisi tehdä määräajoin. Luokitellun padon määräaikaistarkastuksen alustavassa arvioinnissa olisi hyödyllistä olla käytettävissä viimeisin kuntoarviodokumentti. Mikäli määräaikaistarkastuksessa ei voida riittävästi varmistua siitä, että pato on sellaisessa kunnossa, että se toiminnaltaan täyttää sille asetetut vaatimukset ja on turvallisuudeltaan siinä kunnossa, ettei se aiheuta vaaraa ihmisille tai ympäristölle. Tällöin padon omistajan on teetättävä padolle kuntotarkastus. Kuntotarkastus suoritetaan pääsääntöisesti koko säännöstelypadolle. Erikoistapauksissa tehdään vain jollekin sen rakenneosalle. Erikoistapaus voi olla esimerkiksi yksittäisen osan tarkastus.

Kuntotarkastuksesta tehdään raportti. Raportti pitää olla saatavilla, kun pato on käytössä. Tämän takia erilaisista tarkastuksista muodostettiin järjestelmä. Järjestelmä toimi prosessinomaisesti. Prosessin kulku on kiertävä, jolloin jokaiselle vuodelle tulee jokin kolmesta tarkastustoimenpiteestä. Toimenpiteenä voi olla vuositarkastus, määräaikaistarkastus tai rakenteiden kuntotarkastus.

Rakenteiden kuntotarkastukset tehdään säännöstelypadolla 5-7 vuoden välein tai useammin, mikäli padolla havaitaan sellaisia vaurioita, jotka vaativat tarkempaa tutkimusta. Rakennetarkastuksen jälkeen mahdolliset vauriot kirjataan tarkastusraporttiin. Vaurioiden määrä ja kuntoarvioijan näkemys padon kunnosta määrittelee seuraavan rakenteiden tarkastusajankohdan. Uutta tarkastusajankohtaa noudatetaan ja se suoritetaan annettuun määräaikaan mennessä. Sellaisena vuotena, jolloin rakenteiden tarkastus säännöstelypadolla suoritetaan, korvataan vuositarkastus rakennetarkastuksella.

Määräaikaistarkastusvuotena ei tehdä myöskään vuositarkastusta. Määräaikaistarkastus korvaa vuositarkastuksen. Tällä kiertävällä tarkastusjärjestelmällä tarkastuksesta syntyy prosessi. Prosessissa pyritään siihen, että säännöstelypadolla ei tehdä kahta tarkastusta, vaan ainoastaan se, mikä kiertävässä tarkastusjärjestelmässä tulee ajankohtaiseksi. Prosessia jatketaan niin kauan, kunnes pato poistetaan käytöstä. Määräaikaistarkastus suoritetaan viiden vuoden välein ja muulloin suoritetaan vuositarkastus tai rakennetarkastus.





Kuva 21. Prosessin kuvaaminen

## 8.6 Pohdintaa järjestelmän käyttöönotosta ja ohjauksesta

Vaikka tarkastustoimintaa ylläpidetään kaikkien lakien ja määräysten mukaisesti, on tarkastuksissa kehittämismahdollisuuksia. Kuntotarkastus oli yksi osa alue, jota kehitettiin eteenpäin. Patoja on paljon ja on useita tarkastajia, jotka tarkastustyötä tekevät. Jokaiselle tarkastajalla pitää olla tarkoin selvillä toimintatapa tarkastusjärjestelmän käytössä. Uusimpien säännöstelypadon tarkastusdokumenttien käyttöönotto tapahtuu asteittain, jolloin tarkastajille pidetään koulutusta ja opastusta uuden toimintamallin omaksumiseen. Vaikka ohjeet ja lomakkeet on saatu valmiiksi, tarkastusjärjestelmästä löytyy vielä uusia kohteita, joita voi muuttaa helpommaksi ja nopeammaksi käyttää. Tiedonsiirto ja tiedostojen tallennus vaativat vielä paljon kehi-

tettävää. Lomakepohjat vaativat päivityksiä tulevaisuudessakin. Uudet tietojärjestelmät ja mahdolliset patorakenteiden saneeraukset nykyisen teknologian mukaiseksi voivat muuttaa tarkastustoimintaa konkreettisesti.

Taloudellisesta näkökulmasta katsottuna rakennetarkastukset eivät kasvata kulurakennetta säännöstelypadon ylläpidossa. Rakennetarkastukset eivät lisää työmäärää. Tarkastuksen tarkoitus on korvata yleensä sen vuotinen tarkastustoimenpide, mikä olisi muutoinkin tullut tehtäväksi säännöstelypadolle. Tarkastuksien tarkoitus on löytää vaurioita. Vauriot voivat olla joko alkavia tai välitöntä korjausta vaativia. Tarkastuksien avulla pystytään ennakoimaan suurien vaurioiden syntyä. Parhaimmassa tapauksessa kallis saneerauskorjaus pystytään siirtämään jopa vuosikymmeniä eteenpäin pienillä ennakoivilla korjaus ja huoltotoilla.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Säännöstelypatojen kuntoarviojärjestelmä luotiin Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuskelle ja toimeksiantajana oli ympäristövastuualueen vesistöyksikön säännöstely- ja patoturvallisuusryhmä. Vastaavaa tarkastusjärjestelmää ei ole ollut koskaan käytössä, vaan jokainen tarkastaja oli tehnyt patojen kuntoarviot omien oppien mukaan. Tarkastajia on ollut useita vuosien saatossa ja myös tarkastusdokumenteja padoilta on suuri määrä. Näillä tarkastuksilla ja dokumenteilla ei kuitenkaan pysty luomaan padoilta sellaista näkemystä, että voisi jaotella padot huolto- ja kunnostustarpeen mukaan tärkeysjärjestykseen. Uusi järjestelmä luotiin monien patotarkastusten perusteella. Järjestelmälle määriteltiin raamit mitä noudattaen työ kuului tehdä, eli lopputulos piti olla kaikille patoturvallisuusryhmässä oleville jäsenille hyväksyttävä. Työssä päästiin haluttuun lopputulokseen aikataulullisesti kiitettävässä ajassa.

Haasteena oli saada tehtyä mahdollisimman yksinkertaiset, helposti käytettävät tarkastusdokumentit. Mitään valmista mallia ei ollut saatavilla, vaan koko järjestelmä piti kehittää alusta asti. Vakavat vauriot ja niiden kuvaukset piti saada tuotua esille hyvin dokumenteista. Padoissa voi olla lukemattomia lieviä vaurioita, joista ei ole haittaa. Taas yksittäinen, jopa pieneltäkin tuntuva, vaurio voidaan luokitella vakavaksi, mikäli se vaikuttaa rakenteen kestävyYTEEN. Useiden erilaisten mallipohjien koekäytöllä päästiin sellaiseen lopputulokseen, että ne antavat riittävän hyvän kuvan padon kunnosta. Tarkastustuloksia voidaan hyödyntää määräaikaistarkastuksissa ja kunnostussuunnitelmien tukena. Tarkastustoiminta ja sen ylläpitäminen ei lisää resurssitarpeita, koska rakenteiden kuntotarkastuksella voidaan korvata esimerkiksi sen vuoden vuositarkastus.

Padoilla tehtävät rakenteiden tutkimukset ja patorakenteiden tyhjäykset antoivat hyvän näkemyksen elinkaariajatteluun padon kunnan määrittelyssä. Tarkastustöiden ohessa padoilla tehtiin automatisointia ja kunnostustöitä. Huolto- ja saneerauskoh-teista sai ammennettua työhön lisää arvokasta tietoa. Padon rakenteissa löytyi uskomattomia eroja. Veden alla puu voi säilyä muuttumattomana 50 vuotta, mutta teräs voi syöpyä siinä ajassa kokonaan pois. Ruostumattomien terästen käyttö ja vanhojen kohteiden saneeraukset muuttavat patojen kestoikää, mutta voi myös tuoda uusia haasteita, mitä ei tässä vaiheessa välttämättä vielä tunneta. Tutkimustyötä voisi jatkaa vielä pidemmälle. Kuitenkin työ laajuudessaan rajattiin hyvään kohtaan

siten, että oli tietty määrä patoja, mitkä tarkastettiin ja dokumentoitiin. Kaikki työhön liittyvät rakennetarkastukset ja dokumentointi saatiin tehtyä määräaikaan mennessä.

## LÄHTEET

- Ely-keskus. 15.12.2017. Patoturvallisuutta ennen ja nyt. [Verkkajulkaisu]. Elinkeino-, Liikenne- ja ympäristökeskus.[Viitattu 1.10.2018]. Saatavana: <https://www.ely-keskus.fi/web/suomi-100-taustat-ja-tarinat/patoturvallisuutta-nyt-ja-ennen>
- EPO-ELY. 2019. Nurmonjoen latvajärvien valuma-alueet. [Kartta]. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Ei julkisesti saatavilla
- EPO-ELY. 2019. Etelä-Pohjanmaan ELY:n alueella olevat päävesistöalueet [Kartta]. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Ei julkisesti saatavilla
- Finnsementti. 2018. Betonin rasitusluokat lyhyesti | Finnsementti. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.12.2018]. Saatavana: <https://finnsementti.fi/palvelut/tietoa-betonista/tietoa-betonista-tietoa-betonista-suunnittelijalle/betonin-rasitusluokat-lyhyesti/>
- Google Maps. [karttakuva].
- Henrikson, S. 2004. Vertailu taulukko syöpymissyvyyksien vaihtelussa. kuuden vuoden ajan jaksolla eri teräslajeilla. [Taulukko]. Suomen Korroosioyhdistys SKY Korroosiokäsikirja. Helsinki: KP-media oy.
- Holger, A. S. 2004. Kiinteiden aineiden, nesteiden ja kaasun vaikutukset korroosiossa [Taulukko]. Suomen Korroosioyhdistys SKY Korroosiokäsikirja. Helsinki: KP-media oy.
- Hänninen, K. 28.10.2015. Patorakenteiden tarkastusmenetelmät. [Pdf-dokumentti]. VRT Finland Oy. [Viitattu 1.2.2019]. Saatavana: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B3B406F7F-2695-4F50-B90F-503881C2CB44%7D/114113>
- Isomäki, E., Maijala, T., Sulkakoski, M. & Torkel, M. 2012. Patoturvallisuusopas. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.1.2019]. Saatavana: [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/86120/Raportteja\\_89\\_2012.pdf?sequence=11&isAllowed=y](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/86120/Raportteja_89_2012.pdf?sequence=11&isAllowed=y)
- Jyrkkä, J. 2019 Tekninen asiantuntija. [Haastattelu] Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus ympäristövastuualue, vesistöyksikkö Kokkolassa 8.1.2019. Haastattelijana: Petri Issakoff
- JärviWiki. 11.3.2018. Suomen päävesistöt. [Verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (Syke). [Viitattu 12.10.2018]. Saatavana: [https://www.jarviwiki.fi/wiki/Suomen\\_p%C3%A4vesist%C3%B6t](https://www.jarviwiki.fi/wiki/Suomen_p%C3%A4vesist%C3%B6t)

- Kurkela, S. 2004. Vedet. Suomen Korroosioyhdistys SKY. Korroosiokäsikirja. Helsinki: KP-media oy.
- Kärkkäinen, M. 2004. Kuva: Puun eri ominaisuuksien aleneminen. [Taulukko]. Metsäkustannus Oy.
- Kärkkäinen, M. 2007. Puun rakenne ja ominaisuudet. Metsäkustannus Oy.
- Lupapäätökset. 1964. Nurmonjoen Latvajärvien säännöstelyn tarkistaminen: Lupapäätökset. Länsi-Suomen ympäristökeskus. Päätösno:122/164.
- Leiviskä, P. 13.10.2017 Patoaukkojen mitoitus. [verkkajulkaisu]. Insinööritoimisto Pekka Leiviskä. [Viitattu 24.11.2018]. Saatavana: <https://docplayer.fi/62193016-Patoaukkojen-mitoitus-insinooritoimisto-pekka-leiviska-pekka-leiviska.html>
- Liikennevirasto. 2018. Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset: Sil-  
lat. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.12.2018]. Saatavana: [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo\\_2018-28\\_taitorakenteiden\\_erikoistarkastusten\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2018-28_taitorakenteiden_erikoistarkastusten_web.pdf)
- Liikennevirasto. 2017. Puusillan laajennetun yleistarkastuksen ohje. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 27.12.2018]. Saatavana: [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo\\_2017-36\\_puusillan\\_laajennetun\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2017-36_puusillan_laajennetun_web.pdf)
- L 26.6.2009/494. Patoturvallisuuslaki.
- Meuronen, A. 3.2.2005. Betonirakenteiden vauriot. [taulukko]. Patoturvallisuuskou-  
lutus. Betonirakenteiden vauriot. Fortum service Oy. Vain yrityksen sisäiseen  
käyttöön.
- Muhonen, V. 12.1.2005. Betonipatojen tarkastukset ja tarkkailu. [Esitys]. Patotur-  
vallisuuskoulu: Fortum service Oy. Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.
- Mäki, T. 2017. Valokuvat
- Orrenmaa, A. 4.2004 Kyrönjoen tulvasota. Länsi-Suomen Ympäristökeskus. Alu-  
ellinen ympäristöjulkaisu 338.
- Pyy, H., Holt, E. & Ferreira, M. 31.1.2012. Esitutkimus alkalikiviainesreaktiosta ja  
sen esiintymisestä Suomessa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.12.2018]. Saata-  
vana: [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/sillat/bts2011\\_akr\\_report\\_fin.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/sillat/bts2011_akr_report_fin.pdf)

- Patoturvallisuusopas. 2012. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 29.12.2018]. Saatavana: [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/86120/Raportteja\\_89\\_2012.pdf?sequence=11&isAllowed=y](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/86120/Raportteja_89_2012.pdf?sequence=11&isAllowed=y)
- Rautio, L-M. 25.10.2016. Valtion vesistö rakenteet matkalla maakuntiin. [Blogikirjoitus]. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. [Viitattu 15.10.2018]. Saatavana: <https://etelapohjanmaanely.wordpress.com/2016/10/25/valtion-vesistorakenteet-matka-lla-maakuntiin/>
- Saari, T. 3.4.2013. Tietoa tulvista Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen alueella. [Pdf-dokumentti]. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. [Viitattu 15.10.2018]. Saatavana: <https://www.yumpu.com/fi/document/view/37716555/saari-tietoa-tulvista-etela-pohjanmaan-ely-keskuksen-alueella-pdf>
- Sivil, M. 2006. Nurmonjoen latvajärvien veden laatu ja kalasto vuonna 2005. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Sisäinen raportti.
- Tikkanen, J. 2017. Betonipatojen kuluminen ja ongelmat. Patoturvallisuuskoulutus 2017. Suomen Betoniyhdistys Oy. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Sisäinen dokumentti.
- Westerholm, L. 15.10. 2018. Padot ja säännöstely. [Verkkajulkaisu]. Maa- ja Metsätalousministeriö. [Viitattu 21.10.2018]. Saatavana: <https://mmm.fi/vesi/padot-ja-saannostely>

## **LIITTEET**

Liite 1. Tarkastuslomake

Liite 2. Tarkastusraportti

Liite 3. Tarkastusohje



## Liite 1. Tarkastuslomake

Paikan nimi: Osoite:		 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus			
Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:		Kuvat:	Havainto
Alle on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0 - 1	2 - 3	Kirjallinen kuvaus vauriosta tai muuta huomioitavaa	Linkki suoraan kuvaan:	Nro:
<b>Teräsrakenteet</b>					
Sulkukuukun pielet/reunukset					
Vedenalainen tarkastus sulkukuukun pielet/reunukset					
Setturin pielet/reunukset					
Vedenalainen tarkastus, setturin pielet/reunukset					
Nostokorvakkeet					
Hitsausaumat kokonaislaajuudeltaan					
Rappuset					
Mitta-anturiputki ja sen kiinnitys					
Säätöasteluukun rakenne					
Vedenalainen tarkastus, säätöasteluukku					
Säätöasteluukun sisäpuolinen rakenne					
Pielen välitukikoneistopalkki					
Tappiangothostomekanismi					
Vedenalainen tarkastus kynnyks					
Vedenkorkeuden mitta-astelkko					
<b>Betonirakenteet</b>					
Sipimuuntitukimuunit					
Vedenalainen tarkastus sipimuuntitukimuunit					
Sulkukuukun pielet/reunukset					
Setturien pielet/reunukset					
Kynnyks					
Vedenalainen tarkastus, pohjalaatta					
Kansirunkopöytäpöytä					
Saumanliitoskohdat					
Vaimennusallas					
Purkkammio					
Tulopurkuputket					
<b>Puiset rakenteet</b>					
Settipuut					
Vedenalainen tarkastus, settipuut					
Kukkulat					
Muut puiset rakenteet					
<b>Mekaaniset rakenteet</b>					
Vaihteistot					
Öljyvuodot					
Hammastartaanhammaspyörät					
Mootoreiden ja laakeripukkien kiinnitys					
Akselit					
Nostokoneiston suojat					
Laakerointi ja rasvaus					
Peltiälysteet					
<b>Automaatio, etähallinta ja sähkölaitteisto</b>					
Raja-anturit					
Ohjauskeskukset (kaapit tai ohjaushuone)					
Sähköjohdotukset					
Sähkönsenvoimotit					
Käskytönlähtöajallinan testaus					
Pöytälammitukset					
Kameravalvotusääni					
Kaapelihyllyjen kunto					
<b>Varoitus- ja opastekyltit</b>					
Osoitetiedot tai sijaintikoordinaatit: aulokäytössä säilyttämättä oleisaku kielletty -kyltit					
<b>Kulkuväylät</b>					
Kaiteet					
Kulkuväylät					
<b>Muuta huomioitavaa</b>					
<b>Pisteytys yhteenlaskettuna</b>	0	0			
<b>Yhteenveto</b>	Kirjataan tärkeät asiat ylös ja kuvataan huollon kiireellisyys tai korjauksen tarve. (kirjoita yhteenveto Wordiin)				
Tarkastuksen tekijä ja päivämäärä:					
<b>Vaurioluokat</b>					
0. Hyvä/uuutta vastaavassa kunnossa.					
1. Toimintavarmuudeltaan riittävässä kunnossa.					
2. Vaatii huolto- ja korjaussuunnitelmaa. Havaittavissa puutteita, rakenne- tai laitevikoja.					
3. Voi vaatia välitöntä huoltoa. Havaittavissa puutteita, rakenne tai laitevikoja tai välitöntä vaaraa aiheuttavia vikoja. Riippuen vaurion paikasta.					
Tarkempi selvitys kuntoraportissa					
<b>Lisää alle kuva, joka tarkentaa vaurion sijaintia. Numeroi kuvaan kohdat mikäli tarpeen:</b>					

## Liite 2. Tarkastusraportti



## **KÄTKÄNJÄRVEN SÄÄNNÖSTELYPADON RAKENTEIDEN TARKASTUS RAPORTTI**

Padon kuva tämän laatikon tilalle

Täytä tyhjät tai punaisella merkityt  
kentät ja muuta väri mustaksi,  
sekä poista ylimääräinen teksti ja  
laatikot

**Raportti numero: KKPV2019**



## 1 YHTEYSTIEDOT

<b>Padon nimi</b>  Kuotesjärven säännöstelypato
<b>Padon osoite ja koordinaatit</b> TM 35 FIN  Kuotesahontie 504 Alavus N: 6950094,622 E: 314794,909
<b>Padon omistaja</b>  Etelä Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
<b>Osoite ja puhelin</b>  Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus  Alvar Aallon katu 8, PL 156, 60101 Seinäjoki, puh. 0295 027 500 (vaihde)

Työn toteutuksen ajankohta:

Työn suorittaja/suorittajat:

Yrityksen yhteystiedot:

Y-tunnus:

---

## Sisältö

1	YHTEYSTIEDOT .....	2
	<b>KUVALUETTELO .....</b>	<b>4</b>
2	KOHTEEN KUVAUS .....	5
	2.1 TARKASTUSMENETelmä .....	5
3	MITTAPIIRROS .....	6
4	KOKONAISKUNTOLUOKITUS .....	7
5	RAKENNEOSIEN KUNTO .....	8
	5.1 TERÄSRAKENTEET .....	8
	5.2 BETONIRAKENTEET .....	8
	5.3 PUURAKENTEET .....	8
	5.4 RAKENTEIDEN LISÄOSAT .....	8
	5.5 KORJausehdotukset .....	9
	5.6 SEURAAVA RAKENNETARKASTUS .....	9
6	AIEMMAT KUNTOTARKASTUKSET .....	10
	6.1 MUUTOKSET EDELLISEEN TARKASTUKSEEN .....	10
	6.2 DOKUMENTTIEN LAATIJA .....	10



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

## KUVALUETTELO

Kuva 1 Kartta.....	5
Kuva 2 Padon rakennekuva.....	6



## 2 KOHTEEN KUVAUS

Kerro sijainti ja mitä tarkastuksia tehtiin. Kerro kohteesta lyhyesti ja ytimekkäästi

Karttakuva tähän

Kuva 1 Kartta

### 2.1 TARKASTUSMENETELMÄ

Kerro mitä tarkastuksia tehtiin ja millä tavalla



### 3 MITTAPIIRROS

**Lisää kuva tähän**

Kuva 2 Padon rakennekuva

#### 4 KOKONAISKUNTOLUOKITUS

Kerro minkälaisessa kunnossa rakenteet ovat kokonaislaajuudeltaan ja minkälaisia vaurioita löytyi. Kerro, riittääkö padon kunto säännöstelyyn. Lisäksi rastita alla oleva taulukko.

Rastita	Kokonaiskuntoluokitus	Kuvaus kunnosta
	Hyvä	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lähes uudenveroinen rakenne</li> </ul>
	Tyydyttävä	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakenteissa havaitaan normaalia kuluneisuutta ja ikääntyneisyyttä, mutta toimii hyvin. Voidaan antaa tyydyttävä arvio, vaikka jonkin osan kuntoarvo olisikin tarkastuslomakkeessa 2</li> </ul>
	Kohtalainen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakenteissa puutteita ja vaurioita, kuten rapautumista, ruostumista tai lahoamista. Rakenteen korjausta voidaan vielä siirtää.</li> </ul>
	Huono	<ul style="list-style-type: none"> <li>Useita selvästi havaittavia vaurioita tai jokin vakava vaurio.</li> <li>Kunto ei ole hyväksyttävissä</li> <li>Pajon puutteita</li> </ul>





## **5 RAKENNEOSIEN KUNTO**

### **5.1 TERÄSRAKENTEET**

Kerro rakenteiden kunnosta, mitä havaintoja ja vaurioita löytyi. tarkastuslomake apuna muistamisessa"

### **5.2 BETONIRAKENTEET**

Kerro rakenteiden kunnosta, mitä havaintoja ja vaurioita löytyi. tarkastuslomake apuna muistamisessa"

### **5.3 PUURAKENTEET**

Kerro rakenteiden kunnosta, mitä havaintoja ja vaurioita löytyi. tarkastuslomake apuna muistamisessa"

### **5.4 RAKENTEIDEN LISÄOSAT**

Kerro puutteista tai vaurioista, tarkastuslomake apuna muistamisessa

Teräs	Betoni	Puu	Kuntoluokitus	Kuvaus kunnosta
			Hyvä	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lähes uudenveroinen rakenne</li> </ul>
	x		Tyydyttävä	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakenteissa havaitaan normaalia kuluneisuutta ja ikääntyneisyyttä, mutta toimii hyvin. Voidaan antaa tyydyttävä arvio, vaikka jonkin osan kuntoarvo olisikin tarkastuslomakkeessa 2</li> </ul>
x		x	Kohtalainen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakenteissa puutteita ja vaurioita, kuten rapautumista, ruostumista tai lahoamista. Rakenteen korjausta voidaan vielä siirtää.</li> </ul>
			Huono	<ul style="list-style-type: none"> <li>Useita selvästi havaittavia vaurioita tai jokin vakava vaurio.</li> <li>Kunto ei ole hyväksyttävissä</li> <li>Paljon puutteita</li> </ul>

## 5.5 KORJausehdotukset

Kirjaa korjausehdotukset esimerkiksi listaamalla:

- Osoitetiedot
- Kulkusillat

## 5.6 SEURAAVA RAKENNETARKASTUS

Rastita kohta

Rastita kohta	Kuntoluokka	Seuraava rakenteiden tarkastus
	Hyvä	5–7 vuotta
	Tyydyttävä	3–5 vuotta
	Huono	1–3 vuotta riippuen kriittisyydestä
	Erikoistarkastus Selite viereiseen kenttään	



## 6 AIEMMAT KUNTOTARKASTUKSET

### Esimerkki

Vedenalaisten rakenteiden tarkastusraportti 20.11.2017

### 6.1 MUUTOKSET EDELLISEEN TARKASTUKSEEN

Lue aiempi raportti ja vertaa edelliseen kertaan, onko tilanne muuttunut.

Kerro lyhyesti muutamalla lauseella.

### 6.2 DOKUMENTTIEN LAATIJA

Paikka aika päivämäärä Allekirjoitus \_\_\_\_\_

## Ohjeistus säännöstelypatorakenteiden kuntotarkastukseen 2019



1

Sisällys luettelo		
1. Padon tarkastusajankohtat.....	3	
1.2 Tarkastusten suoritus.....	4	
1.3 Säännöstelypadolla tehtävät tarkastukset.....	5	
Teräsrakenteet.....	5	
Betonirakenteet.....	6	
Puiset rakenteet.....	6	
Mekaaniset rakenteet sekä automaatio, etähallinta ja sähkölaitteisto.....	7	
Automaatio ja sähkölaitteisto.....	8	
Hälytysjärjestelmä ja etäkäyttö.....	8	
Varoitus- ja opastekytinit.....	8	
2.Erikoistarkastukset.....	9	
3. Märkäsaäviävät ja pisteytyt.....	10	
4. Teräsrakenteet ja niiden ryppälliset vaurioluokat.....	11	
4.1 Teräsrakenteen vaurioluokat.....	12	
Vaurioluokka 0.....	13	
Vaurioluokka 1.....	14	
Vaurioluokka 2.....	15	
Vaurioluokka3.....	16	
5. Betoniset rakenteet ja niiden ryppälliset vauriot.....	17	
5.1 Betonirakenteen vaurioluokat.....	18	
Vaurioluokka 0.....	19	
Vaurioluokka 1.....	20	
Vaurioluokka 2.....	21	
Vaurioluokka 3.....	22	
6. Puiset rakenteet ja niiden ryppälliset vauriot.....	23	
6.1 Puurakenteiden vaurioluokat.....	24	
Vaurioluokka 0.....	25	
Vaurioluokka 1.....	26	
Vaurioluokka 2.....	27	
Vaurioluokka 3.....	28	
7. Mekaaniset rakenteet ja niiden vaurioluokat.....	29	
7.1 Vaurioluokat.....	30	
Vaurioluokka 0-1.....	31	
Vaurioluokka 2-3.....	32	
8. Automaatio, etähallinta ja sähkölaitteiston vaurioluokat.....	33	
Vaurioluokka 0.....	34	
Vaurioluokka 1.....	35	
Vaurioluokka 2.....	36	
Vaurioluokka 3.....	37	
9. Varoitus- ja opastekytinit.....	38	
10. Kulkurelyttili sekä muuta huomioitavaa.....	39	
Vaurioluokat 0-3.....	40	
11. Esimerkki kohteesta tapahtuneesta tarkastuksesta.....	41	
12. Havainnointimerkin käyttö.....	42	
13. Vaurioluokkien pistelausonta.....	43	
13.1 Pisteytyksen tulkitseminen.....	44	
14. Kansien ja hyperlinkkien luominen.....	45	
15. Yleistarkastuksessa vähintään mukana olevat tiedot ja viitteet.....	46	
16. Tarkastusraportin laadinta.....	47	
Esimerkki.....	48	
Esimerkki 2.....	49	
Loppuosasto.....	50	
Yhteyshenkilöt.....	51	

2

## 1. Padon tarkastusajankohdat

Säännöstelypadon rakenteet pyritään tarkastamaan keväisin tulva-ajanjakson jälkeen. Lisäksi patoluukulla tehdään huolto-ohjelman mukaisia toimenpiteitä 1–2 kertaa vuodessa. Kaikkien rakenteiden tarkastus, johon kuuluu myös sukellustarkastus, tehdään 5–10 vuoden välein. Mikäli seuranta pitää tehostaa vauriolöydösten myötä, voi tarkastukset suositella myös useammin. Rakenteiden tarkastuksen jälkeen tarkastusraporttiin määritellään aina seuraava tarkastusajankohta. Erikoistarkastuksien tarve arvioidaan erikseen, mikäli se nähdään tarpeelliseksi, esimerkiksi pahoin vaurioituneen rakenteen kunnan lisäselvitystä varten tai kunnostussuunnitelmaa varten.

3

## 1.2 Tarkastuksien suoritus

Tarkastus suoritetaan ainetta rikkomattomilla menetelmillä. Tarkastus perustuu näkö-, tunto- ja kuulohavaintoihin. Vauriokohtat puhdistetaan mahdollisesta irtoliasta. Tämän jälkeen kohde mitataan ja kuvataan. Varmistamalla vaurion laajuudesta voidaan vauriokohtaa koettaa koputuskokein tai teräksisellä piikillä. Rakenne ei saa vaurioitua tarkastuksen yhteydessä. Laitteiston koekäytön yhteydessä tehdään havaintoja laiteturvallisuuteen ja sen käyttöön liittyvistä asioista. Tarkastusmenetelmillä pyritään saamaan kattava kokonaisvaltainen kuva padon rakenteiden kunnosta.

Päällysrakenteet ja vedenalaiset rakenteet on hyvä tarkistaa yhtä aikaa, jolloin saadaan kokonaisvaltainen kuva padon kunnosta. Vedenalainen tarkastus pääsääntöisesti joudutaan toteuttamaan sukeltamalla, mikäli säännöstelypatoaluetta ei saada kuivaksi.

4

### 1.3 Säännöstelypadolla tehtävät tarkastukset

Tarkastuslomakkeeseen on valmiiksi listattu kohteet, jotka säännöstelypadon tarkastuksessa vähintään tarkastetaan. Kaikki rakenteet käydään läpi. Tarkastuslomake on oltava mukana patotarkastuksella, että mitään padon rakenne osaa ei jää huomioimatta.

Kohteet kuvataan tarkastushetkellä. Mahdollisista löydetystä vaurioista tehdään vaurioluokitus niiden osalta, mikäli vaurioita löytyy. Havaittaessa useita kirjaamista vaativia vaurioita voidaan tarkastuslomakkeeseen lisätä rivejä ja kirjata ylös. Vaurioloikkapisteytyksiä ei kuitenkaan merkitä kuin yksi.

#### ➤ Teräsrakenteet

Kaikki teräsrakenteet käydään läpi. Teräsrakenteiden vaurioiden havainnollistamiseen käytetään mittavälineistöä. Mittavälineistöllä saa mitattua ruostumisyydyt, alueen pinta-alan tai taipumien suuruudet. Näiden perusteella voidaan myös määrittää vaurioluokkaa kuhunkin rakenneosaan.

5

#### ➤ Betonirakenteet

Padon runko koostuu pääsääntöisesti teräsvahvistetusta betonista. Betonirunkoon on liitetty joko valamalla tai pulttiliitoksin teräsrakenteet kiinni. Tarkastuksessa tutkitaan betonirakenteet kokonaislaajuudeltaan. Huomiota kiinnitetään betonin lujuuteen. Betonia voi koettaa vasaralla, mikäli riittävän tarkkaa kuvausta näköhavainnoinnin perusteella ei saa. Exceeliin on kirjattu kohdat, jotka käydään läpi. Vauriokohdat kuvataan ja kirjataan ylös. Vaikka rakenteissa ei olisi vaurioita pitää betoni kuvata siten, että loppuraportin tulkitseja saa riittävän kuvan betonirakenteen kunnosta. Kuvat liitetään kansioon sähköisessä muodossa.

#### ➤ Puiset rakenteet

Säännöstelypadolla puurakenteet ovat pääsääntöisesti settipuita tai kulkuväylien siltoja. Puurakenteet kuvataan ja niille luokitellaan vaurioluokkaa. Teräspiikillä voidaan koettaa puurakenteiden pintoja lahovaurioiden selvittämiseksi. Lahoamisyydyt mitataan ja määritellään mittausten perusteella puurakenteen vaurioluokkaa. Siltojen alapuoli on myös syytä tarkistaa huolellisesti, ettei lahovaurioita ole päässyt syntymään rakenteiden alapuolelle. Padon läheisyydessä voi olla myös varasto, jossa puita säilytetään. Settipuiden kunto pitää tarkistaa myös varastosta.

6



### ➤ Mekaaniset rakenteet sekä automaatio, etähallinta ja sähkölaitteisto

Laittoimintavarmuuden takaamiseksi liikkuvat koneistot testataan. Kaikki liikkuvat elementit ajetaan läpi. Säätöastepadoilla voi olla mekaanisia käsikäyttöjä ja automatisoituja koneistoja. Etähallinta testataan, jolloin saadaan parempi kuva kokonaiskunnosta. Etähallinnan testauksessa otetaan yhteyttä padon pääkäyttäjään. Mikäli liikkuvaa elementtiä voidaan käyttää ääriasennossa, tulee huomioida turvallisuuteen liittyvät seikat. Luukun nostaminen ääriasentoon on sovitettava erikseen säännötelystä vastaavan kanssa.

Mekaanisten osien kunto tarkastetaan silmämääräisesti. Laitetta koeajettaessa seurataan laitteen toimivuutta ja laiteturvallisuutta. Mahdolliset häiriöt, esimerkiksi laitteen vikatilat tai silmämääräisesti havaitut osien vauriot kirjataan ylös.

Kaikista kohteista, joissa havaitaan puutteita tai vikoja, tehdään kirjallinen kuvaus.

#### Huomioitavaa tarkastuksesta

Mekaanisten laitteiden kunnossa visuaalinen sekä kuulon perusteella tehtävä tarkistus riittää. Laitteistoa ei tarvitse purkaa, vaikka vaurioepäily ei näkyisikään päällepäin. Mikäli väliteistossa, laakereissa tai muussa vastaavassa laitteessa havaitaan vaurio: Huomioitava kohteen vaurion kuvaus kirjataan tarkastuslomakkeeseen ja ehdotetaan kohteelle erikoistarkastusta. Erikoistarkastuksessa tehdään tutkimukset vauriolöydöksestä tarkemmin.

7

### ➤ Automaatio ja sähkölaitteistot

Laitteiston sähköjohdot sekä ohjauskaapin kunto tutkitaan silmämääräisesti. Jos poikkeamia huomataan, kohteet kuvataan ja raportoidaan viestikenttään. Piellämmitykset voidaan testata mittaamalla lämpötila infrapunanmittarilla tai seuraamalla sähkön kulutusta piellämmitysten ollessa päällä. Vaadittaessa tarkempia tarkastuksia (erikoistarkastus) sähkölaitteiden kunnosta, esimerkiksi jännitteiden mittauksia tai antureiden kunnan tarkastuksia, voidaan teettää mittaukset siihen pätevöityneellä henkilöllä.

Huomioitavaa on, että erilliset mittaukset liittyvät erikoistarkastuksiin.

### ➤ Hälytysjärjestelmä ja etäkäyttö

Kaukokäytön yhteydessä tulee tarkastaa myös hälytysjärjestelmän toiminta. Mikäli etäkäytön yhteyteen on liitetty kamera, jolla seurataan luukun avausprosessia, tulee varmistaa kameralin toimivuus etäkäytön hallitsijalta.

### ➤ Varoitus- ja opastekyltit

Padolta on löydettävä riittävät tiedot ihmisten turvallisuuden takaamiseksi. Padoilta on löydettävä osoitetiedot ja ilmoitus siitä, että koneisto voi liikkua automaattisesti ja aiheuttaa vaaratilanteen patoalueella oleskeleville.

8

## 2. Erikoistarkastukset

Rakenteiden tarkastuksen yhteydessä havaittujen vakavien vaurioiden perusteella rakenne voidaan asettaa tehostettuun tarkkailuun, tai sille suositellaan erikoistarkastusta.

Erikoistarkastus suoritetaan, kun rakenteen kunnosta on tarpeen saada silmämääräistä tutkimusta tarkempaa tietoa.

Erikoistarkastus tehdään, kun vuosi-, rakenne- tai määräaikaistarkastuksen perusteella on syytä selvittää rakenteessa näkyvien vaurioiden syntynekanismia tarkemmin.

Erikoistarkastus selvittää rakenteen vaurioitumisastetta syvemmillä ja tarkentaa rakenteen kunnan määrittelyä.

Mikäli erikoistarkastuksessa havaitaan, että vaurioita on niin paljon, alkaa rakenteen peruskorjaus olla ajankohtainen.

Erikoistarkastuksesta saadaan hyvät lähtötiedot toimintasuunnitelman tai korjaussuunnitelman laatimista varten.

## 3. Materiaalivauriot ja pisteytys

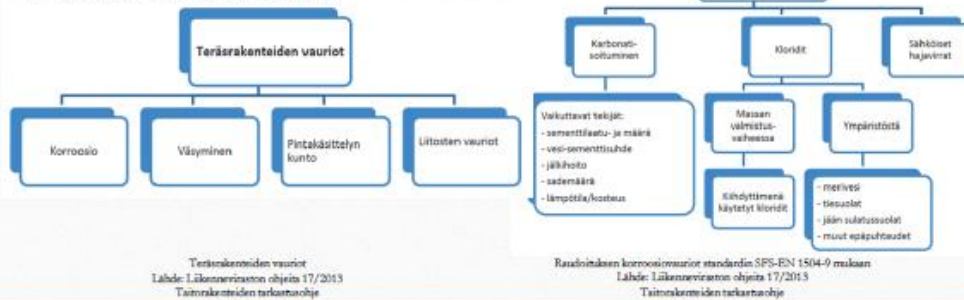
Säännöstelypadon vauriokohtien arvioinnissa käytetään apuna sivuilla 11–40 esitettyjä ohjeita. Ohjeiden perusteella luokitellaan padon kunto ja pisteytetään vauriokohtat. On kuitenkin huomioitava, että padontarkastajalla pitää olla riittävä ammattitaito padon rakenteiden tarkastukseen. Esimerkit ja kuvat ovat suuntaa antavia, joiden perusteella pääsee käsitykseen vaurioasteesta.

Patotarkastuksella on mukana Excel-pohjalle tarkastuslomake, joka täytetään tarkastuksen edetessä. Jokaiselle tarkastuskohteelle on annettu vaurioluokat 0–3 välillä. Kun rakenteet ovat tarkastettu ja pisteytetty, saadaan tulokseksi kaksi luokitusta: 0–1 ja 2–3. Näiden perusteella saadaan vertailtua samankaltaisten patojen huollon kiireellisyytarvetta.



#### 4. Teräksiset rakenteet ja niiden tyypilliset vauriot

- ☐ Korrosio käynnistyy pintakäsittelyn pettäessä. Teräksen epäpuhtauksien, veden ja hapen reagoiessa teräsrakenteen pinta alkaa syöpyä.
- ☐ Mekaaninen rasitus ja suuret kuormat saattavat väsyttää teräsrakennetta ja aiheuttaa siihen pysyvän muodonmuutoksen.
- ☐ Hitsausaumamat tai liitosten pettäminen ja siten veden pääsy metallisen rakenteen sisälle aiheuttaa jäätyessään muodonmuutoksia.



11

#### 4.1 Teräsrakenteen vaurioluokat

Vaurioluokka	Vaurio (Kuvat apuna tunnistamisessa)
0	Teräskorkeus on uuden verroinen.
1	Maalipinnassa havaitaan hilenäilyä tai lieviä pintanostetta.
2	Rakenteen ruostuminen on alkanut. Havaitaan laajoja ruosteluaita tai lehmilevyä ruostetta. Syöppymisen syvyys on enintään 2-5 mm. Teräs rakenteissa muodonmuutoksia tai särilyä.
3	Rakenne on ruostunut puhki tai teräksen on muodostunut 5-10 mm syöppymä tai lehmilevyä ruostetta. Teräskorkeudessa selvää muodonmuutoksia, liitoskohdat pörräiset tai muutamakolaisia, jotka aiheuttavat rakenteen pörräisyyttä.

Seuraaviin diolihin 12-15 on kuvattu esimerkkejä vaurioista ja niiden luokittelusta. Vaurioluokkia on 0-3, joiden mukaan rakenteet pisteytetään.

Jos vaurioita on useita, lisää rivi Exceliin ja liitä kuvat ja tunnistenumero, josta voi havaita vaurion sijainnin. **Pahin vaurio rakenteessa määrää vaurioluokan numeroarvon.**  
(Padon rakennekuva liitetään Excelin loppuun)

Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:	Kuvat:	Havainto
<b>Alto on listattu vaurioiksi tai kistuskohdiksi</b>	0-1	0-3	Kirjallinen kuvaus vauriosta, tai muuta huomiotavaa	Linkki suoraan kuvaan Nro:
<b>Teräsrakenteet</b>				
Säilytysolosuhteet				
Vedentähti tai vaurioita aiheuttavat olosuhteet				
Teräksen pintakäsittely				
Vedentähti tai vaurioita aiheuttavat olosuhteet				
Liitosten kunto				
Hittejä koskevat tarkastuskohteet				
Rakenteet				
Mitta-anturit ja sen liitännät				
Talotekniikan osat				
Vedentähti tai vaurioita aiheuttavat olosuhteet				
Säilytysolosuhteet vaurioita aiheuttavaksi				
Pörräisyys (korkeusmittaus)				
Talotekniikan osat				
Vedentähti tai vaurioita aiheuttavat olosuhteet				

12

### Vaurioluokka 0



Väri värjänyt rakenteen. Lunkku on uuden veroinen.



Ei havaittavissa ruostuneisuutta, ei taipumia.  
Rakenne on hyväkuntoinen. Maalipinta on ehjä.  
Teräsrakenne on uuden veroinen.  
Huom! Kaikki kuvat ovat esimerkkejä mahdollisista vaurioluokista

13

### Vaurioluokka 1



Likaisuutta havaittavissa, mutta metallirakenne on hyväkuntoinen. Lievä ruostuneisuus.



Ajan tuomaa maalipinnan patinoitumista. Maalipinta on ehjä.

Esimerkkejä padoilta. Vähäistä pinta ruostuneisuutta. Ajan tuomaa maalipinnan kulumisuutta tai sammaloitumista. Maalipinnassa havaitaan hilseilyä tai lievää pintaruostetta.



14

### Vaurioluokka 2



Rakenteen ruostuminen on alkanut. Havaitaan laajoja ruostealueita tai lehtelevää ruostetta. Syöpymien syvyys on enintään 2–5 mm. Teräsrakenteessa muodonmuutoksia tai säröilyä.



15

### Vaurioluokka 3



Rakenne on ruostunut puhki.

Rakenne on ruostunut puhki tai teräkseen on muodostunut 5–10 mm syöpymiä tai lehtelevää ruostetta. Teräsrakenteissa selviä muodonmuutoksia, liitoskohdat pettäneet tai muuttumakohtia, jotka aiheuttavat rakenteen pettämisen.



16



## 5. Betoniset rakenteet ja niiden tyypilliset vauriot

- ❑ Betonirakenteiden tyypillisiä vaurioita ovat betonin pinnan rapautuminen, raudotteiden korrosio, karbonatisoituminen, alkalikiviainesreaktio, halkeilu ja lohkeilu sekä valuviat.
- ❑ Rapautumaa on yleisesti vedenvaihtelualueella. Pinnan alla esiintyy betonin huuhoutumista, eroosiota, työvirheitä ja virtaavan veden ja jäiden kulutuksesta johtuen.
- ❑ Pakkasvauriot ovat yleisiä veden yläpuolisissa rakenteissa.



► Betonin vaurioitumisen syyt standardin SFS-EN 1504-9 mukaan  
Lähde: Lähtöasetuksen ohjeita 17/2013  
Tähtien keskittämisen teknologia

17

## 5.1 Betonirakenteen vaurioluokat

Vaurioluokka	Vaurio (Kuvat apuna tunnistamisessa)
0	Betonirakenteessa on uuden värinen. Pinta on ehjä, eikä kulutuksesta näy merkkejä.
1	Betonirakenteessa on yksittäisiä pieniä valvikoja tai lohkeamia. Ei aiheuta muutoksia rakenteen kantavuuteen.
2	Pinnassa on havaittavia rakoja, kalkkunaisuutta tai madoitusten suuntaisia halkeamia. Rakenteellisesti merkittävässä kohdassa voi olla pieni valvika tai lohkeama, josta voi näkyä madoituksen pinta. Betonissa sammakkaavuutta tai hienitymppiä. Rapautumisen syvyys 0–25 mm.
3	Rakenteessa on lohkeama, onkaloita paha rapautuminen tai valvika, joka vaikuttaa rakenteiden kantavuuteen hienitymppiä. Rapautumisen syvyys yli 25 mm.

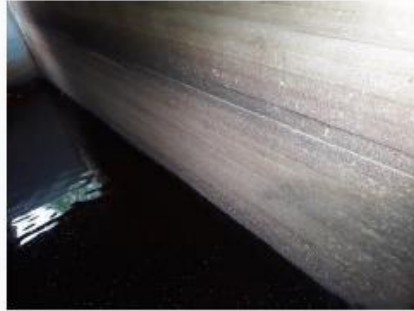
Seuraaviin dioihin 17–21 on kuvattu esimerkkejä vaurioista ja niiden luokituksista. Vaurioluokkia on 0–3, joiden mukaan rakenteet pisteytetään.

Jos vaurioita on useita, lisää rivi Exceliin ja liitä kuvat ja tunnistenumero, josta voi havaita vaurion sijainnin. Pahan vaurio rakenteessa määrää vaurioluokan numeroarvon, mikäli se heikentää rakenteen kantokykyä. (Padon rakennekuva liitetään Excelin loppuun)

Tarkastuskohteet	Vaurioluokka		Vaurion kuvaus:	Kuvat:	Havainto
Alle on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0-1	2-3	Kirjallinen kuvaus vauriosta, tai muuta huomioitavaa	Linkki suoraan kuvaan	Nro:
<b>Betonirakenteet</b>					
Sisämuuttuminen					
Vedenalainen tarkastus siipimurtoalueilla					
Autokalustonpiilet/ reusakat					
Sotilurien piilet/reusakat					
Ilmitys					
Vedenalainen tarkastus pohjaleikka					
Kerros/ runko/ pölypöly					
Saurepölykohteet					
Valimurakenteet					
Purkutyöt					
Talot/Purkutyöt					

18

### Vaurioluokka 0



Valu on ollut karkas jo alku perin.

Betonirakenne on uuden veroinen. Pinta on ehjä, eikä kulumisesta näy merkkejä.  
Huom! Kuvat ovat esimerkkejä mahdollisista vaurioista.

19

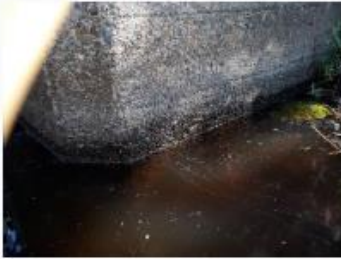
### Vaurioluokka 1



Betonirakenteessa on yksittäisiä pieniä valuvikoja tai lohkeamia. Ei aiheuta muutoksia rakenteen kantavuuteen.

20

## Vaurioluokka 2



Rapautumasyyvyys alle 25 mm.

Pinnassa on havaittavissa ruosteisuutta, kalkkeutuneisuutta tai raudoituksen suuntaisia halkeamia.

Rakenteellisesti merkittävässä kohdassa voi olla pieni valuvika tai lohkeama, josta voi näkyä raudoituksen pinta. Betonissa sammalkasvustoa tai heinittymistä. Rapautumien syvyys 0–25 mm.



21

## Vaurioluokka 3



Pitkä halkeama läpi koko tukimuurin



Rakenteessa on lohkeamia, onkaloita, paha rapautuminen tai valuvika, joka vaikuttaa rakenteiden kantavuuteen heikentävästi. Rapautumien syvyys yli 25 mm.



22



## 6. Puiset rakenteet ja niiden tyypilliset vauriot

- Puurakenteen tyypillinen vaurioituminen on lahoaminen veden vaihtelualueella.
- Halkeilu johtuu mahdollisesta puurakenteen jatkuvasta kastumisesta ja kuivumisesta.
- Veden kovan virtauksen aiheuttamat vauriot. Jäiden ja niiden törmäysten aiheuttamat kulumat ja rakenteiden murtuminen.
- Kasvillisuuden ja erilaisten lahottajasiementen aiheuttamat vauriot.

Vauriotyyppi	Vaurioiden syyt
- lahoaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ympäristöolosuhteet</li> <li>• työntekijöiden puu</li> <li>• kulurakenteiden puutteellisuus</li> </ul>
- halkeilu ja rautatuminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kosteusvaihtelu</li> <li>• liian suuret rakennusmääräiset kuormat</li> </ul>
- kulutus/ törmäykset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liian suuret</li> <li>• jää</li> <li>• virstat</li> <li>• puuhakkeiden laimentaminen</li> </ul>
- liian pöly	<ul style="list-style-type: none"> <li>• väärä pinnoitus</li> <li>• pinnoitusalueen katkeus/ oikosuhteet</li> </ul>

Puurakenteiden vauriotyyppi  
Lähde: Liikenneviraston ohjeita 17/2013  
Taitokenttien tarkastusohje

23

## 6.1 Puurakenteiden vaurioluokat

Vaurioluokka	Vaurio (Kuvat apuna tunnistamisessa)
0	Puurakenteet ovat hyvässä kunnossa, ei havaitavaa kulumista tai muuta lahoavuutusta.
1	Puurakenteissa on 1–10 mm syvyisiä koloja. Lievää lahoamista tai värinmutoksia rakenteissa.
2	Puurakenteissa on lahoamisen merkkejä tai yli 10 mm koloja. Mahdollisesti havaitaan murtamia, taipumia, muovien muutoksia tai kasvuston aiheuttamia vaurioita.
3	Puurakenteissa on selvästi havaittavia lahoamisen merkkejä, mikäli tai katkoskohtia. Mahdollisesti lähtökokoisia tai mekaanisten voimien aiheuttamia rakennevaurioita.

Seuraaviin dioihin 24–28 on kuvattu esimerkkejä vaurioista ja niiden huokituksen. Vaurioluokkia on 0–3, joiden mukaan rakenteet pisteytetään.

Jos vaurioita on useita, lisää rivi Exceliin ja liitä kuvat ja tunnistenumero, josta voi havaita vaurion sijainnin. Pahin vaurio rakenteessa määrää vaurioluokan numeroarvon, mikäli se heikentää rakenteen kantokykyä.  
(Padon rakennekuva liitetään Excelin loppuun)

Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:	Kuvat:	Havainto
Ale on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0-1	2-3	Linkki suoraan kuvaan	Nro:
<b>Puiset rakenteet</b>				
Betonipuur				
Vederialainen tiikkorakenteet				
Kivirakenteet				
Muut puiset rakenteet				

24

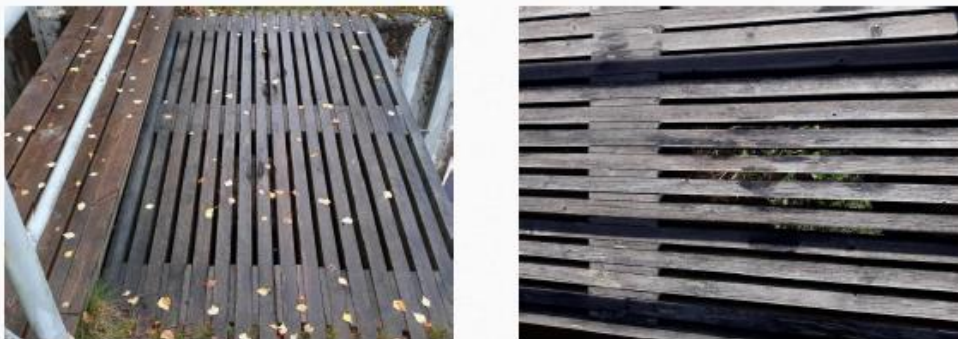
### Vaurioluokka 0



Puurakenteet ovat hyvässä kunnossa, ei havaintoa kulumisesta tai muusta lahovauriosta.  
Huom! Kuvat ovat esimerkkejä mahdollisista vaurioista.

25

### Vaurioluokka 1



Puurakenteessa on 1–10 mm syvyisiä koloja. Lievää lahoamista tai värimutoksia rakenteessa.

26



### Vaurioluokka 2



Puurakenteessa on lahoamisen merkkejä tai yli 10 mm koloja. Mahdollisesti havaitaan murtumia, taipumia, muodon muutoksia tai kasvuston aiheuttamia vaurioita.

27

### Vaurioluokka 3



Puurakenteessa on selvästi havaittavia lahoamisen merkkejä reikiä tai katkoskohtia. Mahdollisesti lahokatkoja tai mekaanisten voimien aiheuttamia rakennevaurioita.

28

## 7. Mekaaniset laitteistot ja niiden vaurioluokat

- ❑ Mekaaniset vauriot voivat syntyä normaalista käytöstä johtuvasta kulumisesta. Huollon punte voi aiheuttaa kiinnileikkautumisia laakerissa tai muissa liikkuvissa osissa. Sääolosuhteet voivat vaurioittaa laitteistoa. Veden ja jään kertyminen väärin paikkoihin kuormittaa laitteistoa talviaikaan ja voi aiheuttaa vaurioita.

### Mekaanisten laitteistojen vaurioluokat

Vaurioluokka	Vaurio (Kirvat apuna tunnistamisessa)
0	Laitteisto on uutta vastaavassa kunnossa.
1	Laitteistossa on lieviä kuluneisuuksia. Ei aiheuta toimintahäiriöitä.
2	Laitteistossa on havaittavia kuluneisuuksia, suotta aiheuttaa toimintaepävarmuutta.
3	Laitteistossa on selviä vaurioita tai puutteita. Aihumus välittömiä vaurioita tai toimintaepävarmuutta.

Mekaaniset rakenteet			Rakenteiden lisäosat			
Vahteet						
Öljyvaivat						
Hammastatut/hammastopit						
Moottorien ja iskeliäpuukien kiinnitys						
Akselit						
Nostokoneiston osat						
Laakerit ja akselit						
Pultit/ruuvit						

29

## 7.1 Vaurioluokat

- ❑ Mekaaniset rakenteet ja niiden vauriot selviävät testaamalla.
  - ❑ Koneistoa on käytettävä ja sen toimivuutta seurattava.
  - ❑ Mikäli selviä puutteita tai laiterikkoja löytyy, on ne kirjattava ylös. Mikäli vaurioita ei löydy, rakenteen kunto määritellään iän ja silmämääräisten havaintojen perusteella.
  - ❑ Tarkastaminen vaatii mekaanisten laitteistojen tuntemusta.
- Alla olevissa dioissa 31–32 on esimerkkejä mahdollisista vaurioista. Laitteistosta voi löytyä myös muita vikoja, jotka selviävät kumlokokeiden ja näköhavaintojen perusteella, kun laitteistoa käytetään.

30

### Vaurioluokka 0–1



Nostokoneiston suoja uuden veroinen.



Vaihteisto hyväkuntoinen. (Tarkistetaan öljyt ja kuunnellaan ääntä sähkömoottorin käydessä)



Ei öljyvuoja.

Huom! Nämä ovat esimerkkejä mahdollisista vastaan tulevista säännöstelypatojen laitteistoista. Tarkastajalla pitää olla tuntemusta mekaanisista rakenteista, että hän pystyy arvioimaan laitteiston kunnon.

31

### Vaurioluokka 2–3 (Mahdollisia vaurioita padoilla)



Pystyiviste vuotaa.



Anturi hajonnut.



Rasvaus puutteellinen ja käsikäytön mahdollisuus puuttuu.



Kuluneisuutta ja puutteellinen voitelu.



Öljyvuoja

Nämä ovat esimerkkejä. Tarkastajalla pitää olla tuntemusta mekaanisista rakenteista, että hän pystyy arvioimaan laitteiston kunnon.

32



## 8. Automaation, etähallinnan ja sähkölaitteiston vaurioluokat

- ❑ Vauriot voivat syntyä ulkoisten tekijöiden seurauksena. Syynä voivat olla puutteellinen säätö, johtojen läpimennit, kosteus, auringonvalo tai ilkivalta. Laitteisto voi myös olla vanha, jolloin toimintavarmuus heikkenee. Kalibroinnissa todellisen vedenpinnan ja automaatiolaitteiston välillä voi olla poikkeamaa.
- ❑ Laitteistossa voi olla puutteita, kuten etähallinnassa olevan padon henkilöurvallisuutta lisäävät laitteet, mikäli hukkaa aletaan nostamaan.
- ❑ Käikäytön mahdollisuus voi puuttua. Mikäli käikäyttö on korvattu jotenkin toisin, on siitä oltava selvitys padon omistajalla.

Vaurioluokka	Vaurio (Kuvat apuna tunnistamisessa)
0	Laitteisto on uutta vastaavassa kunnossa.
1	Laitteistossa on lieviä kuluneisuutta. Ei aiheuta toimintahäiriöitä.
2	Laitteistossa on havaittavaa kuluneisuutta. Saattaa aiheuttaa toimintaepävarmuutta.
3	Laitteistossa on selvä vauriota tai puutteita. Aiheuttaa välitöntä vauria tai toimintaepävarmuutta.

Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:	Kuvat:	Havainto
Aihe on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0-1	2-3	Kirjallinen kuvaus vauriosta, tai muuta huomioitavaa	Linkki suoraan kuvaan Nro:
<b>Automaatio etähallinta sähkölaitteisto</b>				
Raja-anturi				
Ohjauskeskukset (kasetit tai ohjausluone)				
Sähköjohtokätköt				
Sähkösero moottorit				
Käikäytön / etähallinnon testaus				
Puolitoimittajat				
Kamera/käsitustekniikka				
Käikäilytöiden kunnio				

33

### Vaurioluokka 0



Laitteisto on uutta vastaavassa kunnossa.

Huom! Kuvat ovat esimerkkejä mahdollisista vauriokohdista.

34

### Vaurioluokka 1



Laitteistossa on lievää kuluneisuutta. Ei aiheuta toimintahäiriöitä.

35

### Vaurioluokka 2



Epäsiisti pintapuolisesti.



Epäsiisti pintapuolisesti.



Ruostevaurio ja mahdollinen veden pääsy keskuksen sisälle.

Laitteistossa on havaittavaa kuluneisuutta. Saattaa aiheuttaa toimintaepävarmuutta.

36

### Vaurioluokka 3



Moottojarrun vapautin uupuu.



Luukun raja-anturin vaurio.



Suojaputki vaurioitunut.

Laitteistossa on selviä vaurioita tai puutteita. Aiheuttaa välitöntä vaaraa tai toimintaepävarmuutta.

37

## 9. Varoitus- ja opastekyltit

- ❑ Patojen opastekyltit vaihtelevat paikan ja käytön mukaan. Kyltit opastavat ja varoittavat: arviointi pitää tehdä turvallisuusnäkökannan mukaan.

### Varoitus- ja opastekylttien vaurioluokat

Vaurioluokka	Vaurio (Kuvat apuna tunnistamisessa)
0	Ei havaittavissa vikaa tai puutteita.
1	Osoite-, opaste- ja varoituskyltit paikallaan, lieviä kuluneisuutta.
2	Opasteita puuttuu tai opasteet epäselviä.
3	Varoitus- tai opastekyltit puuttuvat kokonaan.

Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:	Kuvat:	Havainto:
Ale on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0-1 2-3	Kirjallinen kuvaus vauriosta, tai muuta huomioitavaa	Linkki suoraan kuvaan	Nro:
<b>Varoitus ja opastekyltit</b>				
Osoite- tai opastekyltti: ajoneuvokoordinaattori/launonkäyttö- ja asiantuntijatekijä kennettävyyttä				

38

## 10. Kulkuväylät sekä muuta huomioitavaa

- Kulkuväylien pitää olla esteettömät ja turvalliset liikkua. Mahdollisia kaiteettomia kohteita ei saa olla, mikäli putoamisen vaara on mahdollinen.
- Mikäli havaitset säännöstelypadolla joitain vaurioita, mitkä puuttuvat listauksesta, voit täydentää sen kohtaan Muuta huomioitavaa.

Vaurioluokka	Vaurio (Kuvat apuna tunnistamisessa)
0	Ei havaittavissa puutteita, kulkuväylät asianmukaisessa kunnossa.
1	Esteettömät kulkuväylät. Ei aiheuta vaaraa.
2	Kulkuväylissä puutteita tai kulkeminen vaivallosta.
3	Puutteita kulkuväylissä tai kaiteissa. Saattaa aiheuttaa välitöntä vaaraa, putoamista tai kaatumisia aiheuttavia tekijöitä.

Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:	Kuvat:	Havainto
Alle on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0-1	2-3	Kirjallinen kuvaus vauriosta, tai muuta huomioitavaa	Linkki suoraan kuvaan Nro:
<b>Kulkuväylät</b>				
Kaiteet				
Kulkuväylät				
<b>Muuta huomioitavaa</b>				

39

## Vaurioluokat 0–3



Kaide uupuu noin metrin matkalta.



Kulkuväylä on sortunut.



Kulkuväylä on turvallinen ja helposti kuljettavissa.

Mikäli padoilla havaitaan puutteita kaiteissa tai kulkuväylissä, tai huomataan jotain muuta poikkeamaa, kirjataan ne ylös.  
Huom! Kuvat ovat vain esimerkkejä.


40



## 11. Esimerkki kohteessa tapahtuvasta tarkastuksesta

Flowchart illustrating the inspection process:

- Katso rakenteiden tarkistusohjasta kohde
- Kuvaa kohde
- Mittaa vaurio
- Kirjaa vaurion kuvaus ja pisteyty vaurio
- Linkitä kuva Exceliin
- Tarkenna kuvannasi kohteita



Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:	Kuvat:	Havainto	
Alle on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0-1	2-3	Kirjallinen kuvaus vauriosta, tai muuta huomioitavaa	Linkki suoraan kuvaan	Nro:
Siipimuurit/ukimuurit		Vesivahaus 50cm:n sisällä 3-25mm rapautumaa Pikkumaisia looja halkimalta keskimäärin 2-3mm. Korkeus näkyvissä. Rapautumaa 0-30mm Raudonkasta näkyvissä pahimmassa tapauksessa.	<a href="#">kuvat/luokka/ko7/161.jpg</a>	<a href="#">kuvat/luokka/ko7/161.jpg</a>	4
Vedensuojain tarkistus siipimuurit/ukimuurit rautatukun piletit/ruuvit		Suuria siivon hajonnut ja rapautunut pila ruuvit ja piletit	<a href="#">kuvat/16.jpg</a>	<a href="#">kuvat/16.jpg</a>	5
Seosvoin piletit/ruuvit		Rapautumaa piletin olleella	<a href="#">kuvat/luokka/ko7/161.jpg</a>	<a href="#">kuvat/luokka/ko7/161.jpg</a>	6
Vedensuojain tarkistus pohjaleikka		Rapautumaa 1-15mm syväisiä	<a href="#">kuvat/16.jpg</a>	<a href="#">kuvat/luokka/ko7/161.jpg</a>	7
Kivi/ saven pakkilapina		Pohjaleikka epätasainen. Rapautumaa 0-30mm	<a href="#">kuvat/11.jpg</a>	<a href="#">kuvat/luokka/ko7/161.jpg</a>	8
		Säilyneet osat puhtaasti. Kalliossa lierivissa	<a href="#">kuvat/luokka/ko7/161.jpg</a>	<a href="#">kuvat/luokka/ko7/161.jpg</a>	

41

## 12. Havaintonumeron käyttö

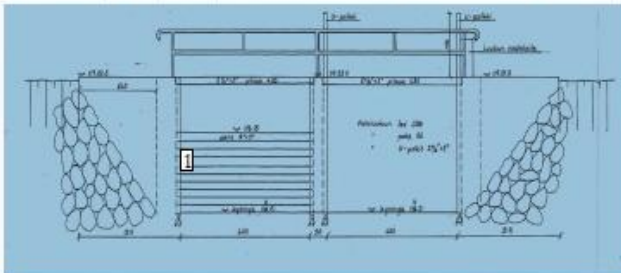
Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:	Kuvat:	Havainto	
Alle on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0-1	2-3	Kirjallinen kuvaus vauriosta, tai muuta huomioitavaa	Linkki suoraan kuvaan	Nro:

### Vaurioluokat

0. Hyvä/luota vastaavassa kunnossa
1. Toimintavarmuudeltaan riittävässä kunnossa
2. Vaatii huolto- ja korjaus suunnitelmaa Havaittavissa puutteita, rakenne tai laitevikoja
3. Voi vaatia välitöntä huoltoa Havaittavissa puutteita, rakenne tai laitevikoja tai välitöntä vaaraa aiheuttavia vikoja. Riippuen vaurion paikasta

### Tarkempi selvitys kuntaraportissa

Lisää kuva alle, mikä tarkentaa vaurion sijaintia. Numeroi kuvaan kohdat mikäli tarpeen:



Havaintonumeron perusteella löytää kohteesta otetusta kuvasta vaurion paikan

42



### 13. Vaurioluokkien pistelaskenta

Tarkastuslomake laskee automaattisesti vaurioluokkien pistemäärät yhteen. Tällä perusteella voidaan luokitella patojen huollot/ kunnostukset tärkeysjärjestykseen.

Paikan nimi: Osoite:		 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:	Kuvat:	Havainto
Alle on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0-1	2-3	Kirjallinen kuvaus vauriosta, tai muuta huomioitavaa	Linkki suoraan kuvaan Nro:
Muuta huomioitavaa				
 Esimerkki	0	1		
	1	2		
	2	3		
	3			
	4			
	5			
<b>Pisteytys yhteenlaskettuna</b>	0	1		
<b>Yhteenveto</b>	Kirjataan tärkeät asiat ylös ja kuvataan huollon kiireellisyys tai korjauksen tarve. (kirjoita yhteenveto wordiin)			
Tarkastuksen tekijä ja päivämäärä:				

43

#### 13.1 Pisteytyksien tulkinta

Pisteytyksellä pyritään saavuttamaan yksinkertaisella menetelmällä luokitus, jolla samankaltaiset padot saadaan luokiteltua huolto- tai saneeraus suunnitelmassa tärkeysjärjestykseen. Matalimmat pisteet 0–1 eivät vielä lisää padon käytön turvallisuusriskiä. Vaurioissa 2–3 on tehtävä tarkempia tutkimuksia vaurioiden sijainnista ja todellisesta vakavuudesta.



Tarkastuskohteet	Vaurioluokka	Vaurion kuvaus:	Kuvat:	Havainto
Alle on listattu valmiiksi tarkistuskohteita	0-1	2-3	Kirjallinen kuvaus vauriosta, tai muuta huomioitavaa	Linkki suoraan kuvaan Nro:
<b>Pisteytys yhteenlaskettuna</b>	0	1		
<b>Yhteenveto</b>	Kirjataan tärkeät asiat ylös ja kuvataan huollon kiireellisyys tai korjauksen tarve. (kirjoita yhteenveto wordiin)			
Tarkastuksen tekijä ja päivämäärä:				

Mitä enemmän vauriot suuntautuu vaurioluokkaan 2–3, sitä suuremmalla todennäköisyydellä pato tarvitsee välitöntä huoltoa.

Kirjallinen osuus täydentää tarkastuksen lopputulosta. Siihen kuvaillaan tarkemmin säännöstelypadolta löytyneitä huomiota vaativia kohteita.

44


## 14. Kansioden ja hyperlinkin luominen

**Pääkansio** →  → **Alakansiot** → 

Kansiot luodaan siten, että pääkansion alla on kuvat, tarkastusraportti, tarkastuslomake ja niistä tehdyt pdf tiedostot. Näin kansiota voidaan siirtää/jakaa toisille osapuolille ilman, että Excelin hyperlinkki lakkaisi toimimasta

=HYPERLINKKI("kuvia/0 (48).jpg")

Hyperlinkki luodaan mallin mukaan.  
**Kuvia** on kansion nimi ja **0 (48).jpg** on valokuvan nimi.  
 Valokuva aukeaa viereisen mallin mukaisesti hyperlinkkiä klikkaamalla.



45

## 15. Kuntotarkastuksessa vähintään mukana olevat tiedot ja välineet

Työn tilaaja laatii tarkastustoimintaa varten tarkastussuunnitelman ja työturvallisuusasiakirjan, joka sisältää tarkastustyön toteuttamiseen liittyvät taiteelliset turvallisuusohjeet. Asiakirjat käydään läpi työn vastaanottajien kanssa.

- (Excel)Tarkastuspohja
- Ohjeistusdokumentit padon tarkastukseen
- Riittävän valovoimainen kamera, jossa videokuvamahdollisuus, sekä kotelorakenteiden sisälle sopiva kamera
- Muistiinpanovälineet
- Taskulamppu
- Mittanauhut 3 m, sekä pidempi (riippuen padon koosta)
- Vedenkestävää merkkaukseen välineistöä
- Pajavasara tai muuakin vasara
- Teräspiikki tai iso ruuvimeisseli
- Teräsviivain tai syvyystyöntömitta
- Asianmukainen työvaatetus ja suojarusteet
- Mahdolliseen sukellustarkastukseen liittyvä välineistö  
Tarkastustyön suoritustapa tulee lisäksi olla vähintään tarkastusurakoitsijan lupakelpo. Tarkastustyötä ei voida tehdä, mikäli sukeltaja ei pysty todistamaan pätevyyttään.
- Pelastusliivit
- Varoitusvilkku
- Vene
- Turvaköysi tai turvalinja
- Tikkaat
- Kahluupuku
- Kaapistoihin ja rakennuksiin tarvittavat avaimet
- Yhteystiedot padon käyttäjän ja omistajan

46

## 16. Tarkastusraportin laadinta

- Mallipohjassa on valmiiksi kirjattu kohteet, minkä mukaan raporttia täydennetään.
- Raportti on tehtävä patotarkastuksen jälkeen, jotta kohteesta saa mahdollisimman kattavan kuvan ja se on tukena tarkastuslomakkeelle.

47



### 2 Kohteen Kuvaus

Kerro sijainti ja mitä tarkastuksia tehtiin. Kerro kohteesta lyhyesti ja ytimekkäästi

Kantokuva tähän

kuva 1 kohta

### 2.1 Tarkastusmenetelmä

Kerro mitä tarkastuksia tehtiin ja millä tavalla

### Esimerkki

- Word-pohjassa on valmiit kohdat, jonne tiedot lisätään.
- Täytetään jokainen kohta, joka mallipohjaan on kirjoitettu **punaisella** tai otsikoitu kuvassa 2.1 tavalla.

48

Ras- tus	Kokonaiskuntoluokitus	Käynnin kuvaus
	Hyvä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lähes uudenveroinen rakennus</li> </ul>
	Tyydyttävä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakennus on keskeisen normaalikokoinen ja rakenteellisesti, mutta ei ole hyvä. Voidaan antaa tyydyttävä arvio, vaikka jokin osan kuntoarvio olisi Ecosi-luokassa 2</li> </ul>
	Käyttökelpoinen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakennus puutteita ja vaurioita, kuten rapautumista, ruostumista tai lähtöä. Rakenteen kunnasta voidaan vielä siltä.</li> </ul>
	Huono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uusia selvästi havaittavia vaurioita tai jokin vakava vaurio</li> <li>• Kunto ei ole hyväksyttävissä</li> <li>• Paljon puutteita</li> </ul>

Yhteis- luokitus	Yhteis- luokitus	Yhteis- luokitus	Käynnin kuvaus
			Hyvä
			Tyydyttävä
			Käyttökelpoinen
			Huono

Rakennus vuosi	Käyttökäyttö	suoritus tietojen laskenta
	Hyvä	3-7 vuotta
	Tyydyttävä	3-5 vuotta
	Huono	1-3 vuotta riippuen tilanteesta
	Erikoistarkastus Sellei vireeseen kattaa	

## Esimerkki 2

Tarkastusten perusteella on pystyttävä rastittamaan taulukon vasemmasta reunasta oikea kohta.

Mallipohjassa on taulukot:

- Kokonaiskuntoluokitus
- Materiaalien kuntoluokitus
- Seuraava rakennetarkastus

49

# Lopputuotos

- Järjestelmä tuo paremmin tietoa esille patojen rakenteiden kunnosta, yksittäisistä vaurio-kohteista ja kokonaiskunnosta.
- Kuntoluokituksella saadaan saneerauksille toteutusjärjestys.
- Pystytään paremmin ennakoimaan mahdolliset huolto- ja jatkotoimenpiteet aikatauluineen.

50

## Yhteystiedot

Tehty Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle säännöstelypatojen rakenteiden kunnon tarkastukseen.



Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus  
Alvar Aallon katu 8, PL 156, 60101 Seinäjoki, puh. 0295 027 500 (vaihde)