

Häiriötilanteet Suomen padoilla

Risto Kirves

16.9.2010

Alkusanat

Tämä työ on tehty Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksessa (ELY-keskus), ympäristö- ja vesivarayksikössä. Tutkimuksen on rahoittanut maa- ja metsätalousministeriö. Suuret kiitokset työni rahoittajalle sekä Hämeen ELY-keskukselle, joka tarjosi minulle mahdollisuuden työn tekemiseen.

Työn viimeistelyyn ovat osallistuneet Hämeen ELY-keskuksesta yksikön päällikkö Tommi Muilu, DI Timo Maijala, kehitysinsinööri Mikko Sulkakoski ja suunnittelija Milla Saarinen. Heille haluan esittää lämpimät kiitokseni saamistani arvokkaista kommentteista ja asiantuntevista neuvoista työhöni liittyen.

Lopuksi haluan kiittää koko Hämeen ELY-keskusta miellyttävästä ja kannustavasta työilmapiiristä.

Hämeenlinnassa syyskuussa 2010

Risto Kirves

Sisällysluettelo

Alkusanat	2
1 Johdanto	5
2 Patoturvallisuuslainsäädännöstä	6
3 Patorakenteet	8
3.1 Yleistä.....	8
3.2 Maapadot.....	8
3.3 Betonipadot	9
4 Patojen vaurioitumisen riskitekijät	10
4.1 Yleistä.....	10
4.1.1 Padon ikääntyminen	10
4.1.2 Sääolosuhteet	10
4.1.3 Ihmisen toiminta, eläimet ja kasvillisuus	10
4.2 Maapatojen vaurioituminen	11
4.2.1 Sisäinen eroosio	12
4.2.2 Veden virtaus padon harjan yli	12
4.2.3 Rakenteelliset viat.....	12
4.3 Betonipatojen vaurioituminen.....	13
5 Tutkimustulokset ja niiden käsittely	14
5.1 Yleistä.....	14
5.2 Esimerkkejä häiriötilanteista.....	14
5.2.1 Alakosken voimalaitoksen pato	14
5.2.2 Hautaperän allaspato.....	15
5.2.3 Juntolan voimalaitospato.....	15
5.2.4 Juotaskosken voimalaitoksen pato	15
5.2.5 Kaaranneskosken voimalaitoksen pato	16
5.2.6 Kallioisen voimalaitospato	16
5.2.7 Kaltimon ja Kuurnan voimalaitokset.....	16
5.2.8 Karhijärven säännöstelypato	16
5.2.9 Kellokosken voimalaitos.....	17
5.2.10 Kemijärven padot.....	17
5.2.11 Killinkosken voimalaitoksen pato	18
5.2.12 Kolsin voimalaitospato.....	18
5.2.13 Kuhalankosken pato.....	19

5.2.14	Kurkiaskan voimalaitoksen pato	19
5.2.15	Matarakosken voimalaitoksen pato	19
5.2.16	Melo	19
5.2.17	Nokian tehdasalueen suojapadot	20
5.2.18	Nuojuan voimalaitospato.....	21
5.2.19	Palokin voimalaitospato ja Taivallahden kanava	21
5.2.20	Pamilon vesivoimalaitospadot	21
5.2.21	Peltokosken voimalaitospato.....	22
5.2.22	Petäjäskosken voimalaitoksen pato.....	23
5.2.23	Porin tulvapenkereet	23
5.2.24	Porttipahdan altaan ja voimalaitoksen pato.....	24
5.2.25	Pyhännän voimalaitospato	24
5.2.26	Soininkosken voimalaitoksen pato	25
5.2.27	Tirvan voimalaitos.....	25
5.2.28	Uljuan allas – Tulisaaren pato	25
5.2.29	Verlankosken voimalaitospato.....	26
5.2.30	Åminneforsin vesivoimalaitos.....	26
5.3	Häiriötilanteet ja niiden vakavuusaste	27
5.3.1	Yleistä.....	27
5.3.2	Tutkimustulosten vakavuusaste	27
5.4	Häiriötilanteiden yleisyys.....	28
5.5	Häiriötilanteiden syyt.....	29
5.6	Häiriötilanteiden seuraukset.....	30
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	31
	Lähdeluettelo	33

LIITTEET

Liite 1 Häiriötilannetaulukko

Liite 2 Häiriötilannekysely

1 Johdanto

Suomessa patoturvallisuuden kehittäminen alkoi 1970-luvun loppupuolella. Patoturvallisuuslaki ja -asetus astuivat voimaan vuonna 1984. Patoturvallisuuslaki (494/2009) on uusittu syksyllä 2009 ja -asetus (319/2010) keväällä 2010. Tehdyn lakiuudistuksen yhteydessä on laadittu patoturvallisuusopas, jonka tarkoituksena on täydentää ja selventää lakia ja asetusta.

Patoturvallisuuslain voimassaoloaikana patoturvallisuustoiminta on vakiintunut. Suomen patojen turvallisuus on hyväksyttävällä tasolla, mutta tapahtuneet patovauriot ja "läheltä piti" -tilanteet ovat muistuttaneet, ettei patojen turvallisuus ole itsestäänselvyys.

Vaikka vakavia patovaurioita tapahtuu erittäin harvoin, on tiedossa että joka vuosi sattuu häiriötilanteita jotka ilman tarkoituksenmukaista tilanteen hoitamista saattaisivat johtaa vakaviin patovaurioihin. Suomessa padolla sattuneesta turvallisuuden kannalta poikkeuksellisesta tilanteesta tehdään ilmoitus patoturvallisuusviranomaiselle. Ilmoitukset tapahtuneista häiriötilanteista tallennetaan patoturvallisuusviranomaisen tietojärjestelmään. Järjestelmän tarkoituksena on sekä palvella patoturvallisuuden ylläpitoa että muodostaa tietopankki, jonka avulla häiriötilanteista voidaan oppia analysoimalla niistä koottuja tietoja. Tavoitteena on tiedon kokoaminen, lisääminen ja jakaminen niin, että tulevaisuudessa häiriötilanteisiin opittaisiin reagoimaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ennen vakavien, vaarallisten ja korjauskustannuksiltaan mittavien patovaurioiden syntymistä.

Suomessa patoturvallisuusviranomaisen tietojärjestelmään tallennettujen asiakirjojen lisäksi kustakin padosta kootaan patoturvallisuuskansio, joka käsittää padon turvallisuuden kannalta tärkeät asiakirjat niin, että ne ovat tarvittaessa nopeasti saatavilla. Tämän tekstin pyrkimyksenä on kuvailla Suomen padoilla tapahtuneita häiriötilanteita käytettävissä olevan aineiston perusteella. Lähteenä tutkimukselle on käytetty edellä mainittua tietojärjestelmää, asianhallintajärjestelmää (AHJO) ja patoturvallisuuskansioita sekä keväällä 2010 tehtyä kyselytutkimusta häiriötilanteista Suomen padoilla. Sivonen & Frilander (2001) ovat käsitelleet jäte- ja kaivospadoilla esiintyneitä ongelmia julkaisussa "Patoturvallisuuden toteutuminen Suomen jäte- ja kaivospadoilla", joten tässä tekstissä keskitytään vesistöpatoihin ja niillä esiintyneisiin ongelmiin.

2 Patoturvallisuuslainsäädännöstä

Uusi patoturvallisuuslaki 494/2009 (PTL) astui voimaan 1.10.2009 ja valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta 319/2010 (PTA) 5.5.2010, jotka korvaavat vuonna 1984 säädetyn patoturvallisuuslain (413/84) ja -asetuksen (574/84). Lainsäädännön uudistuksen tavoitteena on ollut parantaa patojen turvallisuutta selventämällä ja johdonmukaistamalla patoturvallisuuden sääntelyä. Uudistettu patoturvallisuuslaki sisältää säännökset mm. padon suunnittelusta, rakentamisesta, kunnossapidosta ja käytöstä, onnettomuustilanteisiin varautumisesta sekä patoturvallisuuden valvonnasta.

Uudesta patoturvallisuusoppaasta on julkaistu verkkoversio, joka on saatavilla ympäristöhallinnon verkkosivuilta. Uusi patoturvallisuusopas korvaa vuodelta 1997 olevat maa- ja metsätalousministeriön patoturvallisuusohjeet. Patoturvallisuusoppaan tarkoitus on täydentää esimerkein ja selostuksin mitä laissa ja asetuksessa on säädetty.

Uuden lain mukaan kaikki padot kuuluvat patoturvallisuuslain piiriin. Padot luokitellaan pato-onnettomuudesta aiheutuvan vaaran perusteella kolmeen luokkaan:

PTL 11 § *Padon luokittelu*

Pato sijoitetaan vahingonvaaran perusteella johonkin seuraavista luokista:

- 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. Tällaiseen patoon sovelletaan kuitenkin, mitä 15 §:ssä säädetään padon kunnossapidosta, 16 §:ssä padon käytöstä, 24 §:ssä onnettomuuksien ehkäisemisestä ja 6 luvussa näiden säännösten valvonnasta.

Patoturvallisuudesta ja turvallisuuden kannalta poikkeuksellisista tilanteista on patoturvallisuuslaissa säädetty seuraavaa:

PTL 27 § *Hätäilmoitus ja ilmoitus turvallisuuden kannalta poikkeuksellisesta tilanteesta*

Hätäilmoituksen tekemisestä hätäkeskukselle säädetään pelastuslain 28 §:ssä. Padon omistajan on ilmoitettava tehdystä hätäilmoituksesta välittömästi patoturvallisuusviranomaiselle.

Padon omistajan tulee ilmoittaa padolla sattuneesta muustakin kuin 1 momentissa tarkoitettusta turvallisuuden kannalta poikkeuksellisesta tilanteesta viipymättä patoturvallisuusviranomaiselle. Ilmoituksessa on kuvattava tilanne ja annettava patoturvallisuusviranomaiselle valvontatoimenpiteiden kannalta tarpeelliset selvitykset. Patoturvallisuusviranomainen antaa ilmoituksen tarvittaessa tiedoksi alueen pelastusviranomaiselle.

Lain mukaan padon omistaja on velvollinen pitämään padon sellaisessa kunnossa, että pato toimii suunnitellulla tavalla ja on turvallinen (PTL 15 §). Padolle laaditaan viranomaisen hyväksymä tarkkailuohjelma, jonka mukaan padon omistaja tarkkailee padon kuntoa (PTL 13 § ja 17 §). Myös luokittelemattoman padon omistajan on patoturvallisuuslain mukaisesti huolehdittava padon

kunnossapidosta ja onnettomuuksien ehkäisemisestä (PTL 11 §:n 2 momentti). Padon omistajan on toimitettava tietojärjestelmään merkitsemistä varten patoviranomaiselle patoturvallisuuslaissa ja -asetuksessa määritetyt tarvittavat patoa koskevat tiedot (PTL 33 §:n 2 momentti, PTA 10 §). Patoturvallisuusviranomaisen ja padon omistajan tulee PTL 33 §:n 3 momentin mukaan säilyttää kustakin padosta ajantasaiset tiedot ja turvallisuuden kannalta tärkeät asiakirjat siten, että ne häiriötilanteen sattuessa ovat mahdollisimman nopeasti saatavilla (patoturvallisuuskansio).

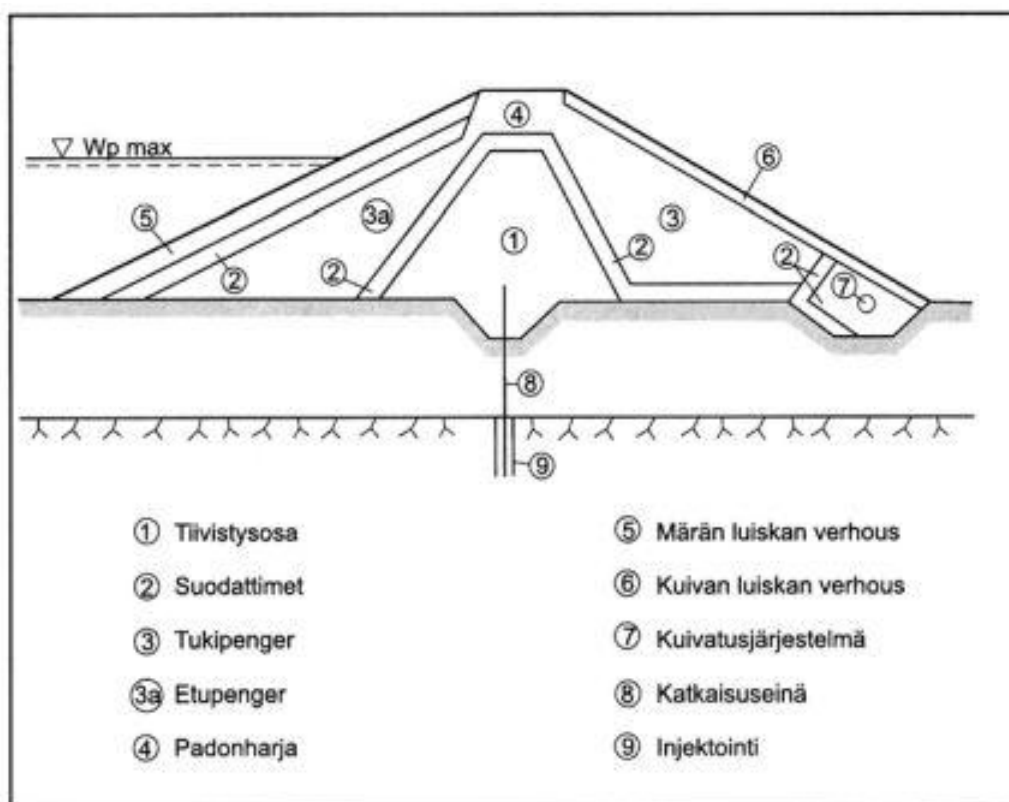
3 Patorakenteet

3.1 Yleistä

Padot ovat yksilöllisiä rakenteita, jotka suunnitellaan paikallisten olosuhteiden (mm. hydrologia ja maaperä) ja käyttötarkoituksen perusteella. Vesistöpatojen tarkoituksena on säädellä veden virtaamista tai korkeutta ja niitä käytetään muun muassa tulvasuojelun, vesivoimatuotannon, vedenhankinnan, kalanviljelyn ja virkistyskäytön tarpeisiin. Tulvapenkereellä tarkoitetaan rakennetta, jonka tarkoituksena on estää veden leviäminen vesistön tai meren tavanomaista korkeamman vedenkorkeuden aikana.

3.2 Maapadot

Maapato voidaan tehdä joko homogeeniseksi tai vyöhykepadoksi. Homogeeninen maapato on tehty kokonaan samasta maa-aineksesta, jolloin sen vedenpidätyskyky perustuu käytetyn maa-aineksen alhaiseen vedenläpäisevyyteen. Vyöhykepato koostuu erilaisista maa-aineksista tehdyistä vyöhykkeistä, joilla kullakin on erityinen tehtävä padon toiminnan kannalta. Vyöhykepadon vedenpidätyskyky perustuu yleensä padon keskelle rakennetun tiivistysosan alhaiseen vedenläpäisevyyteen, joka voidaan tehdä esimerkiksi moreenista. Kuva 1 on esitetty maapadon rakenteelliset osat.



Kuva 1. Maapadon rakenteelliset osat (Holm & Leskelä, 1979).

3.3 Betonipadot

Betonipadot voidaan luokitella muodon ja rakenteellisen toimintatavan mukaan massiivisiin gravitaatiopatoihin, lamelli-, laatta- ja holvipatoihin. Gravitaatiopadolla tarkoitetaan betonista valmistettua patoa, jonka vakavuus perustuu sen omaan massaan. Sivuprofiililtaan betonipadot ovat pääsääntöisesti kolmion muotoisia, tarkoituksena saavuttaa riittävä vakavuus toisaalta rasittamatta rakenteen painolla liikaa pohjamaata. Lamelli- ja laattapatoja voidaan pitää gravitaatiopadon kevennettyinä versioina, joissa padon etuosan muodostavan yhtenäisen laatan tukemat seinämäiset pilarit siirtävät vaakavoimat padon pohjamaahan. Syviin jokiuomiin rakennettavia holvipatoja ei Suomessa ole, joten tässä käsitellään gravitaatiopatoja ja niihin liittyviä ongelmia. Kuva 2 on Imatrankosken voimalaitospato, joka otettiin käyttöön vuonna 1929.



Kuva 2: Imatrankosken voimalaitospato (Kuva: Milla Saarinen)

4 Patojen vaurioitumisen riskitekijät

4.1 Yleistä

Useat eri syyt vaikuttavat patojen kuntoon ja patorakenteiden vaurioitumiseen. Näitä ovat muun muassa altistuminen kuluttaville ja vaihteleville luonnonolosuhteille, padon ikä, rakenteiden omaisuuksien erot riippuen rakentamisajankohdan rakennustavoista ja padon kunnossapidosta. Seuraavassa on pohdittu tarkemmin muutamia patoturvallisuuden vaikuttavia syitä.

4.1.1 Padon ikääntyminen

Vanha patorakenne ei välttämättä materiaalien vanhentumisen ja rakennustapansa vuoksi täytä nykyisiä patoturvallisuusvaatimuksia. Toisaalta myös pato ja sen ympäristö voivat ajan myötä muodostua hankalaksi yhdistelmäksi. Pato on saatettu tehdä väliaikaiseksi rakenteeksi täyttämään rakentamisen aikaisen akuutin tarpeen. Ajan myötä alueen käyttösuunnitelmien muututtua padosta on kuitenkin voinut muodostua rakenne, jota on vaikea purkaa tai korjata kunnollisesti. Puutteellisesti toimivan padon ympäristöön syntynyt asutus tai muut vahingoittumisvaarassa olevat rakennelmat voivat tällöin joutua vaaraan.

4.1.2 Sääolosuhteet

Poikkeukselliset tulvat sekä ukkonen saattavat aiheuttaa padoilla häiriötilanteita. Poikkeuksellisen tulvan myötä padon yläpuolisen altaan varastointitilavuus tai padon juoksutuskapasiteetti saattaa ylittyä. Ukkosen aiheuttamat sähkökatkokset voivat aiheuttaa häiriöitä tulvaluukkujen automaattisille avausmekanismeille tai kaukokäyttölaitteistoille. Talven kylmät sääolosuhteet voivat aiheuttaa padoilla erityisiä ongelmatilanteita, jotka liittyvät etupäässä veden jäätymiseen. Ongelmia saattavat tuottaa veden jäätymisen laitteiden ja rakenteiden pintaan, yläaltaan pinnalle muodostuva jääkansi, routiminen ja virtaavan veden alijäähtyessä muodostuva hyyde. Jään muodostuminen saa aikaan rasituksia ja kuormia padon rakenteille sekä haittaa tulvaluukkujen ja välppien toimintaa. Routimisen seurauksena patorakenteisiin saattaa syntyä vuotokohtia. (ICOLD, 1996)

Erityinen, suhteellisen usein esiintyvä talvinen ongelma voimalaitospadoilla on veden alijäähtyminen. Jos sää lauhan jakson jälkeen äkisti kylmenee, voi virtaava jokivesi jäähtyä alle jäätympisteensä. Alijäähtyneessä, pyörteisessä vedessä muodostuu jääkkeitä, jotka yhteen liittyessään muodostavat hyyteeksi kutsutun seoksen. Lumisade, kova tuuli ja siitä aiheutuvat aaltoilun roiskeet nopeuttavat hyyteen syntyä. Hyyde tarttuu helposti esimerkiksi kiviin, pohjakasvillisuuteen, tai vesivoimalaitoksen välppiin. Hyydön muodostumista voidaan ehkäistä muun muassa joen juoksutusta pienentämällä ja jääpuomeilla, jolloin hyyde pysähtyy puomeihin ja jääkansi alkaa muodostua. Jääkannen muodostuminen suojaa vettä alijäähtymiseltä. (Kivipelto, 2008)

4.1.3 Ihmisen toiminta, eläimet ja kasvillisuus

Ihmisen toiminta muodostaa oman riskitekijänsä patoturvallisuudelle. Häiriötilanne voi syntyä esimerkiksi käyttöhenkilökunnan inhimillisestä erehdyksestä tai ulkopuolisten toimenpiteistä, jotka voivat olla laadultaan tahattomia tai ilkeämielisiä. Padoille on tehty erilaisia rakennelmia kuten rakennettu portaita tai kiinnitetty laiturirakenteita, kaivettu putkia tai ajettu liian raskaalla kalustolla. Näiden seurauksena padon eroosio voi lisääntyä ja siihen voi syntyä haitallisia painumia.

Ilkivallan seurauksena padon toiminta voi häiriintyä ja syntyä vaaratilanteita, erityisesti kun osa padoista toimii nykyisin kaukokäytöllä ilman paikalla olevaa valvovaa henkilökuntaa. (Saarinen, 2010)

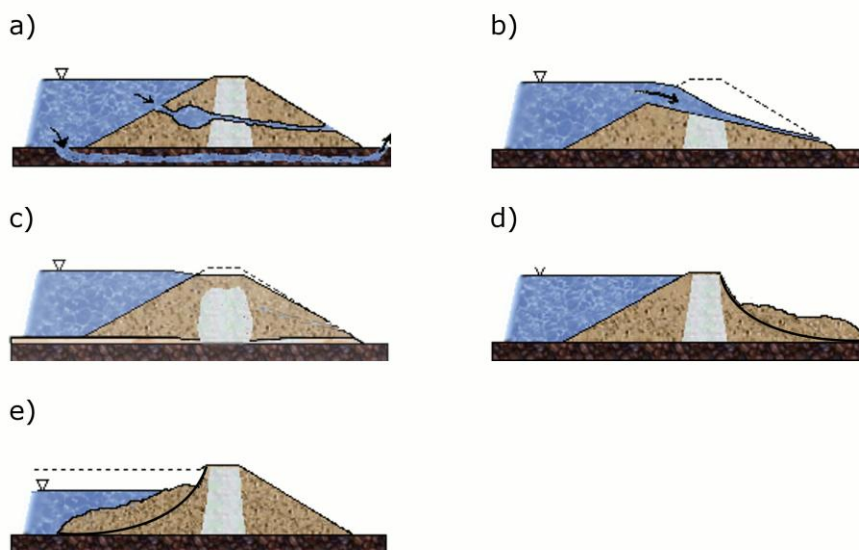
Jyrsijät ja pieneläimet kuten piisamit, majavat ja saukot voivat aiheuttaa haittaa maapadoille kaivamalla koloja ja tunneleita patorakenteeseen. Kaivettujen kolojen ja tunneleiden vaikutuksesta veden suotovirtaus patorakenteessa voi muuttua, jonka seurauksena voi olla padon ulkoinen ja sisäinen eroosio sekä vaarallinen rakenteen vaurioituminen. Myös kasvillisuus voi aiheuttaa ongelmia maapadoilla. Padon kunnon tarkkailu ja liikkuminen padolla saattavat vaikeutua ja esimerkiksi puiden juuristoilla voi olla haitallisia vaikutuksia maapadon pysyvyyteen. (Saarinen, 2010)

Patoon rakennettu putkisto muodostaa epäjatkuvuuskohdan patorakenteeseen, jonka läheisyydessä patorakenteen toiminta ja kestävyys saattaa olla huonompi verrattuna padon muuhun osaan. Myös putkiston kunnolla on merkitystä padon turvallisuuden kannalta ja putkiston kunnon rapistuesssa riski häiriötilanteen ilmenemiseen kasvaa. Patorakenteen sisällä vuotava putkisto saattaa aiheuttaa padon sisäistä eroosiota.

Patojen turvallisuus voi siis vaarantua monesta syystä. Riippumatta turvallisuuden vaarantavasta syystä, uhka patoturvallisuudelle muodostuu padon rakenteellisen vaurioitumisen johdosta. Seuraavassa on tarkasteltu lähemmin patojen vauriomekanismeja ja niihin vaikuttavia tekijöitä. Monet vaurioiden syntyntavoista liittyvät toisiinsa niin, että tietty vaurio tai puute padon rakenteessa johtaa toisen, mahdollisesti vakavamman, vaurion syntyyn. Vaurioiden syyksi voidaan ainakin harvoin osoittaa ainoastaan yksi puute, sillä useimmiten ainakin pari osatekijää on johtanut vaurion kehittymiseen.

4.2 Maapatojen vaurioituminen

Kuvassa 3 on esitetty maapatojen yleisimmät vauriomekanismit.



Kuva 3: Maapatojen yleisimmät vauriomekanismit: a) sisäinen eroosio ja vuotokanavat (eroosiosuonet); b) ylivirtaus; c) padon ja pohjamaan painuminen; d) kuivan puolen luiskan epävakavuus; e) märän puolen luiskan epävakavuus (soveltaen Novak et al., 2001).

4.2.1 Sisäinen eroosio

Maapadon läpi suotautuu aina jonkin verran vettä. Usein suotautuva vesi pyritään johtamaan patoon rakennetuilla suodatinrakenteilla ja kuivatusjärjestelmällä niin, ettei veden suotovirtaus aiheuttaisi patoon vuotokanavia (eroosiosuonia). Jos suotautuvan veden virtausnopeus on liian suuri tai patoon on kehittynyt paikallinen eroosiosuoni, riittävän suurella nopeudella suotautuva vesi kuljettaa mukanaan maa-ainesta, jolloin padon eroosio kasvaa kiihtyvällä tahdilla. Eroosioon vaikuttaa suotautuvan veden virtausnopeuden ja -määrän lisäksi padon rakentamiseen käytetyt maalajit.

Maapadon eroosio alkaa padon kuivan luiskan puolelta joko itse patorakenteessa tai padon pohjassa ja kehittyy tästä kohti patoallasta. Padon pohjamaahan kehittynyt eroosiosuoni saattaa aiheuttaa murtuman pitkänkin matkan päässä padon takana. Eroosiosuonen kehittymisen voi tunnistaa suotoveden lisääntyneestä määrästä, sameudesta, patoon tai sen läheisyyteen syntyneistä kuopista tai vajoamista sekä pitkälle kehittyneessä tapauksessa altaaseen syntyneestä pyörteestä.

4.2.2 Veden virtaus padon harjan yli

Veden virratessa maapadon harjan yli vesi kuljettaa mukanaan maa-ainesta sekä padon harjalta että sitä ympäröiviltä alueilta. Veden virtaus padon harjan yli on aina merkittävä riskitekijä maapadon turvallisuudelle. Maapadot suunnitellaan siten, ettei veden korkeus tavanomaisissa olosuhteissa koskaan saavuta padon harjaa. Poikkeukselliset tulvat voivat kuitenkin johtaa padotusaltaan juoksutuskapasiteetin ylittymiseen. Tulvaluukkujen puutteellinen mitoitus tai toimintahäiriöt ovat yleisimpiä syitä, joiden takia vesi saattaa purkautua padon harjan yli. Kasvillisuus ja sen juuristo saattavat jonkin verran ehkäistä eroosion kehittymistä ja pato saattaa kestää rajoitetun ajan ylivuotamista, jos vesi virtaa harjan yli tasaisena kerroksena eikä virtaus keskity johonkin padon osaan. (Novak et al., 2001)

4.2.3 Rakenteelliset viat

Rakenteellisia vikoja voi esiintyä sekä varsinaisessa patorakenteessa että siihen kuuluvissa muissa laitteissa, kuten juoksutusrakenteissa ja kuivatusjärjestelmissä. Suuret halkeamat, painuminen ja sortumat ovat yleisimpiä merkkejä patoon kehittyneestä rakenteellisesta viasta ja vakavuuden heikkenemisestä. Halkeamat sijaitsevat tavallisesti joko pitkittäin tai poikittaissuunnassa padon pituussuuntaan nähden. Pitkittäin padon harjan pituussuuntaan sijaitsevat halkeamat saattavat ennakoita sortuman mahdollisuutta. Halkeamien kautta padon sisään kulkeutuva vesi saattaa myös lisätä padon maa-aineksen vesipitoisuutta, jonka johdosta padon vakavuus saattaa pienentyä. Poikittain padon pituussuuntaan sijaitsevat halkeamat viittaavat erilaisiin painumiin patorakenteen sisällä. Poikittaiset halkeamat saattavat muodostaa suotautumiselle oikovirtausreittejä, jonka myötä eroosiosuonten kehittymisen mahdollisuus kasvaa. (The Ohio Department of Natural Resource, Division of Water, 1999)

Sortumien syitä ovat muun muassa patomateriaalin huono tiivistäminen, väärin rakennetut padon luiskat, suotautuminen, äkillinen altaan vedenpinnan laskeminen ja padon helman heikentyminen esimerkiksi kaivutyön johdosta. Pinnalliset ja matalat halkeamat ja raot harvemmin muodostavat välitöntä uhkaa padon turvallisuudelle. Liukupintasortumat voivat sen sijaan ulottua huomattavan syvälle patorakenteeseen, jopa padon pohjamaahan saakka ja ovat suuri vaaratekijä padon

turvallisuudelle. (Novak et al., 2001 ja The Ohio Department of Natural Resource, Division of Water, 1999)

Painumilla tarkoitetaan patoon tai sen läheisyyteen syntyneitä selvästi mataloituneita alueita tai syntyneitä kuoppia. Syynä voi olla esimerkiksi maatuvien maa-ainesten hajoaminen, jäätyneen maa-aineksen sulaminen, sisäinen eroosio ja padon tai sen pohjamaan maa-aineksen tiivistyminen. Pienet painaummat ovat tavanomaisia, eivätkä välttämättä merkitse vakavaa vaaraa. Painaumien ollessa huomattavan suuria saattaa tämä viitata heikkoon pohjamaahan, rakennusaikana huonosti suoritettuun maa-ainesten tiivistämiseen tai padon sisäiseen eroosioon. (The Ohio Department of Natural Resource, Division of Water, 1999)

4.3 Betonipatojen vaurioituminen

Betonipadon pohjamaan tiiviydellä on ratkaiseva merkitys padon toimintaan. Tiiviys vaikuttaa padon alitse tapahtuvaan suotoon, jolla on merkitystä nosteen suuruuteen ja padon vakavuuteen. Perusmaan läpi tapahtuva suotovirtaus maanvaraisissa padoissa vaikuttaa hienoaineksen kulkeutumiseen, joka voi johtaa rakenteen painumiseen ja mahdollisesti sortumiseen. Tiiviyttä voidaan parantaa maan varaan perustettaessa käyttämällä tiivistyspontteja ja rikkonaisen kallion varaan perustettaessa kallion injektoinnilla. Suotovesien määrää ja laatua tarkkailemalla voidaan arvioida padon tiiviyttä. Lisääntynyt sameus ja kiintoainepitoisuus kertovat haitallisista muutoksista padon tiiviiden suhteen.

Suomessa sääolosuhteet ovat merkittävä betonirakenteita rasittava tekijä ja betonipintojen toistuva jäätyminen ja sulaminen etenkin vesirajan vaihtelualueella on merkittävä patorakenteita vaurioittava tekijä. Useimmat Suomen betonipadot ovat varsin vanhoja ja niissä käytetyn betonin pakkasenkestävyys voi olla puutteellinen. Pakkanen voi aiheuttaa betoniin halkeamia ja pintasäröilyä. Lisäksi virtaavan veden ja jään aiheuttamia eroosiovaurioita voi esiintyä tulva-aukon kynnyksessä ja ylävirranpuoleisissa rakenteissa. Suuret kuluttavat voimat kohdistuvat erityisesti tulvajuoksutusten aikana padon juoksutusrakenteisiin ja alavirranpuoleiseen uomaan. (Meuronen, 2003)

5 Tutkimustulokset ja niiden käsittely

5.1 Yleistä

Tämä tutkimus perustuu keväällä 2010 tehtyyn kyselytutkimukseen ja aiempaan tietoon tapahtuneista häiriötilanteista. Osasta häiriötilanteista on ollut käytettävissä häiriötilanneraportti. Edelleen vakavimmista häiriötilanteista on laadittu selvitys tai tutkimus, joita on hyödynnetty tämän tutkimuksen tekemisessä. Lisäksi jokaisesta padosta koottavat patoturvallisuuskansiot, jotka käsittävät patojen tärkeimmät tiedot, ovat olleet tärkeä tietolähde erityisesti ennen vuosituhannen vaihdetta tapahtuneiden häiriötilanteiden tietojen keruussa.

Suomessa tapahtuneita patojen häiriötilanteita kartoitettiin 16.3.2010 sähköpostilla tehdyllä kyselytutkimuksella. Kyselytutkimuksella pyrittiin keräämään tietoa patoturvallisuuden kannalta merkittävistä patojen rakenteellisista ja toiminnallisista häiriötilanteista. Kysely koski kaikkia Suomen patoja ja se osoitettiin kaikille patojen omistajille, patoturvallisuusviranomaisille, patoturvallisuuden yhdyshenkilöille ja alan asiantuntijoille. Tutkimuksessa käytetty kyselylomake on liitteenä (liite 2).

Kyselytutkimukseen saatiin vastauksia yhteensä 51 kappaletta. Osassa vastauksista raportoitiin useamman padon tai tapahtuneen häiriötilanteen osalta. Tapahtuneita häiriötilanteita kuvailtiin yhteensä 27 kappaletta, kun taas "ei häiriötilanteita" -vastauksia oli 33 kappaletta.

Vastausvaihtoehtona oli myös "en osaa sanoa", mutta tätä ei käyttänyt kukaan vastaajista.

Seuraavassa on kuvattu kyselytutkimuksesta ja muusta käytettävissä olleesta aineistoista esiin tulleita häiriötilanne-esimerkkejä. Tietoja on lisäksi koottu liitteenä olevaan taulukkoon (liite 1).

5.2 Esimerkkejä häiriötilanteista

5.2.1 Alakosken voimalaitoksen pato

Alakoski Oy:n vesivoimalaitos sijaitsee Tammerkossessa, Tampereen kaupungin keskustassa Näsijärven ja Pyhäjärven välillä. Voimalaitos on rakennettu 1930-luvulla ja se koostuu koneasemasta ja betonirakenteisesta voimalaitospadosta. Alakosken voimalaitoksen yläpuolella sijaitsevat nk. Keskiputouksen ja Yläputouksen voimalaitokset, joiden yläpuolella on Näsijärvi. 1980-luvulla Alakosken voimalaitoksen läheisyyteen on rakennettu Koskikeskus, jolloin nykyisen Vuolteentorin suuntaan sijainneet tehdasrakennukset on purettu pois. Alakosken voimalaitoksen yläpuolisen säännöstelytilavuuden ollessa erittäin vähäinen on nykyisin mahdollista, että voimalaitoksen ylävesi nousee poikkeustilanteessa rantamuurin yli ja vesimassat ohjautuvat Vuolteentorin alueelle.

Toukokuussa 1999 tapahtuneen sähköhäiriön vuoksi laitoksen päämuuntajat irtosivat sähköverkosta ja vesivoimakoneet pysähtyivät, jolloin virtaus koneistojen kautta keskeytyi. Muuntajien irtoamisen takia patoluukkuja ei voitu nostaa, kunnes laitoksen oma aggregaatti ryhtyi syöttämään varavoimakeskusta noin 20 sekunnin kuluttua sähköhäiriön alkamisesta. Pikasulun tapahtumahetkellä koskessa oli noin 100 m³/s juoksutus. Ennen patoluukkujen avautumista pikasulun aiheuttama veden virtauksen äkillisen muutoksen aikaansaama aaltoilu nostatti voimalaitoksen yläveden pinnan noin 1,1...1,2 metriä normaalitilanteesta. Aaltoilu ja veden

pinnan nousun seurauksena vesimassat pääsivät Vuolteentorille. Pahimmillaan torilla oli noin 0,4 metrin paksuinen vesikerros. Häiriötilanne ei aiheuttanut henkilövahinkoja. Huuhtoutuneen maa-aineksen seurauksena yksi lyhtypylväs kaatui ja läheisen rakennuksen lattialle pääsi vähäisiä määriä vettä. (PVO-Engineering Oy, 2001)

5.2.2 Hautaperän allaspato

Haapajärven kaupungissa sijaitseva Hautaperän maapato on rakennettu vuosina 1971 – 1976. Se on tyypiltään homogeeninen moreenipato, jossa on pohjasuodatin salaojineen suotovesien poisjohtamiseksi. Padon suurin korkeus on 22 metriä ja pituus 3,6 kilometriä. Altaan ensimmäinen täyttö tapahtui syksyllä 1975 ja talvella 1976. Täyttövaiheessa vedenkorkeus nousi useissa havaintoputkissa padon taustalla maanpinnan yläpuolelle, minkä johdosta kyseessä olevilla kohdilla tehtiin painopenkereitä loppuvuonna 1975 ja keväällä 1976.

Kesällä 1976 havaittiin padon kuivassa luiskassa noin 1 m²:n suuruinen kostea laikku. Seuraavina päivinä kosteita laikkoja, märkiä vyöhykkeitä ja pienehköjä valumia havaittiin ilmestyneen lisää, ja altaan vesipintaa päätettiin alentaa. Heinäkuussa tapahtuneen rankkasateen jälkeen havaittiin sortuma padon kuivan luiskan yläosassa, minkä jälkeen patoa alettiin välittömästi vahvistaa kuivan luiskan sorakerroksella koko padon pituudelta. Vettä ei kuitenkaan purkautunut sortumakohdasta. Pato vahvistettiin myöhemmin kauttaaltaan tehdyn korjaussuunnitelman mukaisesti. (Körkkö et al., 1983)

5.2.3 Juntolan voimalaitospato

Juntolan voimalaitospato sijaitsee Paimiossa. Tulvaluukun nostotilanteessa moottorin jälkeinen luukun nostamiseen käytetty kytkin oli alkanut luistaa eikä luukua saatu avattua. Vedenpinnan noustessa altaassa juoksutusta oli lisättävä ja luukun auki saamiseksi kytkin oli hitsattava kiinni. Ennen luukun avaamista vedenpinta oli ehtinyt nousta vain kahdeksan senttimetrin päähän padon harjasta. Vastaavan tilanteen varalle valmistettiin työkalu, jolla kytkimen saa tarvittaessa lukittua. (Sulkakoski, 2007 b)

5.2.4 Juotaskosken voimalaitoksen pato

Juotaskosken voimalaitoksen pato sijaitsee Rovaniemellä, Kemijokeen laskevan joen alaosalla Rovaniemi-Posio maantien eteläpuolella, Juotasjärven alapäässä. Syyskuussa 2005 Juotaskosken voimalaitoksella havaittiin noin 20 metrin päähän säännöstelypadon helmasta syntyneen noin 4-5 m²:n laajuinen ja 10 cm vahvuinen vesilammikko. Tarkemmin tutkittaessa havaittiin suotovesien purkautuvan säännöstelypadon helmasta. Purkautumiskohdan ympäristö oli märkä ja alueelle oli ilmestynyt pari pientä painauma.

Padon harja ja luiska tarkastettiin vesipurkauman kohdalta eikä niissä havaittu painaumia. Myöskään ylävesipinnassa ei havaittu vesipyörteitä. Suotovesien tarkkailemiseksi päätettiin kaivaa avo-oja padon helmaan ja tehdä siihen mittapato, jotta suotovesien määrää voitaisiin tarkkailla. Kaivettaessa avo-ojaa syntyneen vesilammikon läheisyydestä, alkoi padon helmaan kerääntynyt vesivarasto purkautua kuljettaen maamassoja mukanaan. Altaan vesipintaa ryhdyttiin välittömästi alentamaan ja hankittiin mursketta vuotokohdan tukkimiseksi. Veden tulo väheni eikä padon sortumavaaraa enää katsottu olevan. (Keski-Lapin Voima Oy, 2005)

5.2.5 Kaaranneskosken voimalaitoksen pato

Kaaranneskosken voimalaitos sijaitsee Pellon kunnassa Tengeliönjoessa, Miekojärven ja Vähä-Vietosen järven välissä. Yläkanavan molemmiin puoliin sijaitsevat maapadot liittyvät voimalaitoksen kohdalla sen betonirakenteisiin. Noin 300 metrin pituisten maapatojen tiivistesydän on moreenia ja tukipenkereet louhetta. Niissä ei ole varsinaista kuivatusjärjestelmää, vaan tukipenkereen tulisi koota suotovedet taustan painanteisiin.

Toisen maapadon (maapato 1) harjalla havaittiin kesäkuun 1992 alussa noin 1 m²:n suuruinen ja noin 0,5 metriä syvä jyrkkäreunainen painauma. Painauma sijaitsi lähellä paineputken sivulla olevan tiivistepontin ja betonirakenteen saumaa. Painauman syyn selvittämiseksi tehtiin pohjatutkimus painokairauksena ja otettiin häiriintynyt maanäyte havaitun painuneen kohdan vierestä.

Painokairauksen perusteella voimakkaimmin löyhtynyt alue sijaitsi aivan paineputken välittömässä läheisyydessä. Vähäisintä löyhtymistä oli maapadon keskilinjan kuivalla puolella, tiivistepontin takana. Syyksi löyhtymiselle arveltiin sisäistä eroosiota, jonka syntyyn todennäköisesti oli vaikuttanut HW-tason alapuolisen patomoreenin routiminen ja sulamispehmeneminen. (Geobotnia Oy, 1992 a)

Maapato 2:n juuressa, kuivassa luiskassa 26 metriä koneaseman seinästä pohjoiseen, havaittiin vuoto 21.10.1992. Havaintojen perusteella vuoto tapahtui luonnontilaisen maan ja padon kuivan luiskan alareunan liittymäkohdan läheisyydestä, todennäköisesti pohjamaan kautta. Padon verhouksessa, noin 10 metriä vuotokohdan yläpuolella oli havaittavissa noin 30 m²:n laajuinen loiva matala painauma. (Geobotnia Oy, 1992 b)

5.2.6 Kallioisen voimalaitospato

Kallioisen voimalaitospato sijaitsee Oulujoen vesistössä, Sotkamossa. Kallioisen voimalaitoksen yläkanavan alitse kulkevan putken korjaustöiden yhteydessä syyskesästä 1991 syntyi oikeanpuoleiseen rantapatoon syöpymä, joka oli noin 12 m pitkä, 8 m leveä ja yli 2 m syvä. Korjattavasta putkesta purkautunut vesi todennäköisesti aiheutti padon eroosion. Vaurio havaittiin välittömästi ja syöpymäkohtaan ajettiin moreenia useita satoja kuutiometrejä. (Leskelä, 2010)

5.2.7 Kaltimon ja Kuurnan voimalaitokset

Kaltimon voimalaitospato sijaitsee Enon kunnan keskustaajaman tuntumassa, Joensuussa ja Kuurnan voimalaitospato Pielisjoessa, Kontiolahdella. Vuodenvaihteessa 2006 – 2007 Pielisjoen voimalaitokset (Kaltimo ja Kuurna) joutuivat ongelmiin hyytöjen vuoksi. Koneistoaukot olivat jäätyneet tai uhkasivat jäätyä ja tulvaluukkujen avaamisessa oli ongelmia. Hyydön poistamiseksi jouduttiin pienentämään virtaamaa ja luukkujen pieliä oli lämmitettävä niiden aukaisemiseksi. (Maksimainen, 2007)

5.2.8 Karhijärven säännöstelypato

Lavian kunnassa Karhijärven säännöstelypadon yhteyteen on rakennettu 1970-luvun lopulla yksityinen matala pengeri, jonka avulla padon yläpuolista vesijättöaluetta on kuivattu maanomistajien toimesta maanviljelystarkoitukseen. Penkereen taustalle peltojen kuivattamiseksi kaivettiin oja, joka johdettiin varsinaisen säännöstelypadon läpi halkaisijaltaan yhden metrin rummulla. Järjestelylle oli saatu suullinen lupa silloiselta vesiviranomaiselta, mutta suunnitelmaa tai kirjallista lupaa tehdyille penkereelle ei ollut. Aikojen kuluessa pengeri painui heikosti kantavan

maaperän johdosta. Keväällä 2004 pidetyssä määrääikaistarkastuksessa havaittiin penkereen olevan huonossa kunnossa. Vesi virtasi useista kohdin penkereen yli ja penger aiheutti onnettomuusriskin varsinaiselle säännöstelypadolle. (Sulkakoski, 2004)

Keväällä 2004 pidetyssä määrääikaistarkastuksessa havaittiin padolla ylivirtausta, jonka jälkeen yksityistä pengertä korotettiin kriittisistä kohdista. Penger oli tarkoitus korottaa lopulliseen korkeuteensa talven 2005 aikana. Alkuvuoden 2005 runsaiden sateiden johdosta vedenpinta nousi ja vesi virtasi kahdesta kohdasta yli penkereen. Varotoimenpiteenä varsinaisen maapadon läpi johtavan taustaojan putki tukittiin vanerilevyllä, jolloin penkereen taustalla vesi nousi samalle tasolle kuin Karhijärvessä eikä siihen näin kohdistunut toispuolista vesipainetta eikä kuluttavaa ylivirtausta. (Sipponen, 2005)

5.2.9 Kellokosken voimalaitos

Vuoden 2004 heinäkuun lopun poikkeuksellisen rajut tulvat aiheuttivat ongelmia vähäjärvisen Etelä-Suomen jokivesistöissä. Tuusulassa sijaitsevan Kellokosken voimalaitoksen alapuolisen Keravanjoen varrella sijainneet kaksi omakotitaloa olivat vaarassa kastua tulvatilanteen johdosta ja tilannetta pyrittiin hallitsemaan rajoittamalla Kellokosken voimalaitoksella virtaamaa. Tämän johdosta vedenpinta patoaltaassa nousi korkealle, noin 15 cm padon harjan alapuolelle. Toinen maapadoista vaikutti vettyneeltä ja sitä vahvistettiin sorasuojauksella (kuva 4). Juoksutusta jouduttiin lisäämään padon ylivirtauksen estämiseksi, jolloin toinen taloista kärsi vahinkoja. (Sulkakoski, 2005)



Kuva 4: Kellokosken pato ja soralla vahvistettu osa maapadosta heinäkuussa vuonna 2004. (Kuva: Mikko Sulkakoski)

5.2.10 Kemijärven padot

Kemijärven säännöstelyhankkeen toteuttamisen yhteydessä rakennettiin kaupunkia suojaamaan kolme rantapatoa. Kaksi näistä on jäänyt osittain katurakenteiden alle ja niiden paikallistaminen on hankalaa. Alkukevällä 1986 patoalueella tehtiin laajoja kaivutöitä valtatie 5 liittymän laajentamisen yhteydessä, jotka menivät rantapadon tiivistysosan läpi ja ulottuivat reilusti kesäaikaisen vesipinnan alapuolelle. Jos vedenpinta olisi nostettu normaalisti, olisivat kaupungin

alavat osat joutuneet tulvan valtaan. Jo tehtyjen kaivutöiden vuoksi rakennetta ei enää ehditty muuttaa, mutta alueen ympärille rakennettiin täydentävä rantapato. (Leskelä, 2010)

5.2.11 Killinkosken voimalaitoksen pato

Killinkosken voimalaitoksen pato sijaitsee Virroilla. Padon neula-aukkojen neulojen takainen ylätukipalkki oli taipunut vedenpinnan vaihtelun myötä liikkuneen jääkannen liikkeen vaikutuksesta (kuva 5). Rasituksen seurauksena ylätukipalkki oli lopulta antanut myöten, jolloin neulat olivat alkaneet kuormittaa padon betonikantta. Betonikansi oli rakennettu virtapilareista erillisenä rakenteena, jota ei oltu suunniteltu ottamaan vastaan vaakasuuntaisia voimia. Neuloista tullut vaakakuorma oli tällöin aiheuttanut padon betonikannen siirtymisen. (Sulkakoski, 2007 a)



Kuva 5: Killinkosken säännöstelypadon neulojen takainen taipunut tukipalkki. Neulat ovat alkaneet kuormittaa padon betonikantta. (Kuva: Mikko Sulkakoski)

5.2.12 Kolsin voimalaitospato

Kolsin voimalaitospato sijaitsee Kokemäenjoessa, Kokemäellä. Ohijuoksutustilanteen jälkeen luukkuja kiinni ajettaessa yksi luukkujen nostovarsista vääntyi. Ohijuoksutustilanteen aikana oli luukun alapuolelle muodostunut jäätä, joka esti luukun laskeutumisen kynnystä vasten. Vaurion seurauksena luukun alareunaan jäi pieni vuoto ja luukun avaaminen kaukokäyttölaitteistolla ei enää onnistunut. Silloisessa virtaamatilanteessa kahden muun luukun kapasiteetti oli kuitenkin riittävä mahdollisen ohijuoksutustilanteen hoitamiseen, vaikka koneet olisi jouduttu pysäyttämään. (Statkraft Suomi Oy, 2007)

5.2.13 Kuhalankosken pato

Forssan Kuhalankosken padon toisen patoluukun nostinlaitteisto vaurioitui padon juoksutusta säädettäessä. Nostomekanismiin kuuluva runkorakenteen yläpalkki oli myötäillyt jo aiemmin säätöjen yhteydessä ja syntyneessä rasituksessa yläpalkin metalli ei enää kestänyt säätämisen aiheuttamaa painetta. Nostomekanismi korjattiin väliaikaisesti patoluukkuja paikallaan pitävällä vaijerilla. (Ojansuu, 2009 ja Kuronen, 2009)

5.2.14 Kurkiaskan voimalaitoksen pato

Sodankylässä sijaitsevan Kurkiaskan voimalaitoksen koneiston automaatiolaitteen jännitelähde vikaantui loppuvuodesta 2003, jolloin automaatiotoiminnot siirtyivät varajärjestelmälle. Pääautomaatiikan pysähtyttyä olivat myös voiteluöljypumput pysähtyneet, jolloin varajärjestelmä antoi koneelle pysäytyskäskyn. Viallisen releen takia pysäytyskäsky ei kuitenkaan saavuttanut koneistoa, joka tapahtumien seurauksena kävi yli tunnin ilman generaattorin laakerien voitelua. Tapahtumahetkellä laitoksella ei ollut työntekijöitä. Kuumenneet laakerit ja turbiinin akseli aiheuttivat öljyn käryämisen, josta syntyi huomattava määrä savua. Savu aiheutti laitoksella palohälytyksen, jonka jälkeen hälytettiin palokunta ja laitoksen henkilöstöä. Henkilökunta onnistui pysäyttämään koneen käsin ja suuremmilta tuhoilta välttyttiin. Generaattorin ohjaus- ja kannatinlaakerit kuitenkin tuhoutuivat ja turbiinin akseli vaurioitui tapahtuneen ylikuumenemisen seurauksena. (Kemijoki Oy, 2004)

Kurkiaskan koneisto laukesi verkosta 30.12.2006 päätukilaakerin lämpenemisen seurauksena. Selvityksissä havaittiin, että koneella oli ollut akselinsuuntaista ylikuormitusta, joka aiheutui todennäköisesti säätötilanteen yhteydessä ilmenneestä turbiinin siipien jumittumisesta. (Kemijoki Oy, 2007)

5.2.15 Matarakosken voimalaitoksen pato

Talvella 2008 Sodankylässä sijaitsevalla Matarakosken voimalaitoksella tapahtui vaihteistovaurio, jonka johdosta laitos jouduttiin pysäyttämään vaihteistossa ilmenneen tärinän takia. Tutkimuksissa havaittiin vaihdelaatikon hammaspyörän rikkoontuneen ja vaihteistosta löytyi noin 7 cm pitkä hampaan kappale. (Kemijoki Oy, 2008)

5.2.16 Melo

Melon voimalaitospato sijaitsee Kokemäenjoessa, Nokiella. Padon liittymä pohjamaahan on hoidettu tekemällä pohjamaan läpäisevä kaivinpaaluseinä kallioon saakka ja kaivinpaaluseinän sekä maapato-osan liittymät kallioon on varmistettu injektointiverhoilla. Kaivinpaaluseinän rakentamisessa on käytetty apuna työn aikana vallinneeseen maanpintaan tehtyä noin 3 metriä leveää raudoitettua betonista ohjurilaattaa, jota on käytetty kaivinpaalun työputken ohjaamista ja paikallaan pitämistä varten.

Melon voimalaitoksella havaittiin 28.10.2005 kuoppa maapadon harjalla. Kuoppa oli halkaisijaltaan noin 4 metriä ja sen syvyys oli noin 3,5 metriä. Patoon epäiltiin syntyneen vuotokanava, joka purkautuu ohitustunneliin ja kuljettaa sinne maa-ainesta. Vuoto pyrittiin katkaisemaan tekemällä ensin täyttöinjektointi uretaanilla ja lyömällä tämän jälkeen tiivistyspontti moreenitiivistein läpi. Injektointi jäi kuitenkin tehottomaksi. Nyt vuotokanavan pääteltiin sijaitsevan syvemmillä, pohjamaassa tai aivan sen pinnassa. Todennäköisimmältä tuntui vaihtoehto, että vuotokanava sijaitsi ohjurilaatan alla. Tämä voitiin myöhemmin todeta oikeaksi ohjurilaatan ylä- ja alapuolelle tehdyillä merkkiainekokeilla.

Moreenitiivisteessä todettu löyhyys pääteltiin syntyneen moreenitiivisteeseen valuttua alapuoliseen voimakkaasti virtaavaan kanavaan, joka lopulta oli johtanut kuopan syntymiseen padon harjalle. Selvityksen mukaan vaurio johtui padon tiivisteestä olevan kaivinpaaluseinän rikkoutumisesta noin 22 metrin syvyydessä. Ilmeisesti kaivinpaaluseinän rakentamisen aikaiselle ohjurilaatalle kohdistui epätasainen kuormitus, joka johti raudoittamattoman kaivinpaaluseinämän murtumiseen. (Geobotnia Oy, 2006)

5.2.17 Nokian tehdasalueen suojapadot

Nokian tehdasalueen suojapadot (Upofloorin pato)sijaitsevat Nokialla Nokianvirrassa noin 1,5 km Pyhäjärvestä alavirtaan. Padolla suojataan saarella olevaa teollisuuslaitosta, jonka alakerta, kellari ja osa piha-alueesta ovat pysyvästi joenpinnan alapuolella. Alue on ollut aikaisemmin kuivalla maalla joenpinnan yläpuolella. Pato jouduttiin rakentamaan, koska Melon voimalaitoksen käyttöönotto nosti joen vesipinnan nykyiselle tasolle vuonna 1971. Pato on aikanaan suunniteltu tilapäiseksi, koska on oletettu että toiminta saaren vanhoissa rakennuksissa päättyisi 1980-luvulla. Rakennuksissa on kuitenkin edelleen teollista toimintaa. Pato on nykyisin pysyvä rakenne, koska tehdasrakennus on suojeltu eikä toiminnan mahdollisen päättymisen jälkeen rakennusta voida purkaa ja patoa poistaa.

Padon kolmiosisainen rakenne antaa vuotojen syntyemiselle monia mahdollisuuksia. Pato koostuu maanalaisesta katkaisuseinänä toimivasta uraseinästä, betoniverhoillusta luonnonkivimuurista ja betonisesta kulmatukimuurista. Rakennetta on vahvistettu kivikorein vuodenvaihteen 2003 - 2004 aikaan(kuva 6).



Kuva 6: Nokian tehdasalueen suojapato. Eroosion johdosta pihalle muodostunut vajoama ja taustalla kivikorein vahvistettu padon osa. (Kuva: Mikko Sulkakoski)

Padossa on todettu ensimmäiset vuodot pian valmistumisen jälkeen ja keskiosan maaluiskassa on todettu lähde 1980-luvun alussa. Padon yläosan kulmatukimuurin liikuntasaumoihin on huomattu muodostuvan liikkeestä aiheutunutta hammastamista 1980-luvulta lähtien. Padon rakenteet ovat liikkuneet ja niissä on esiintynyt vuotoja. 2005 tehtyjen sukellustarkastusten perusteella padossa on todettu kaksi vuotoa paikkaa, jotka on tukittu uretaanitulpalla joulukuussa 2005. Maaperässä ja tehdasalueen pihan rakennekerroksissa tapahtuvasta sisäisestä eroosiosta kertovat padon taustalle muodostuneet vajoamat. Vajoamia on täytetty niiden ilmaannuttua. (Insinööritoiminto Geotesti Oy, 2006)

Padolle ollaan tekemässä korjaussuunnitelmaa.

5.2.18 Nuojuan voimalaitospato

Vaalassa, Nuojuan voimalaitoksen maapadoilla on esiintynyt aikaisemmin säännöllisesti routahalkeamia. Koska padon kuivavara ei ollut riittävä roudan tunkeutumista ajatellen, padon harja lämpöeristettiin kesällä 1994. Suoritetuissa maatulokamittauksissa patorakenteet todettiin hyvin vettä pitäviksi eikä suotokeskittymiä ollut havaittavissa. Routa ei ilmeisesti ole vaurioittanut padon tiivistysrakennetta. (Leskelä, 2010)

5.2.19 Palokin voimalaitospato ja Taivallahden kanava

Huhtikuussa vuonna 2002 Heinävedellä Palokin tulvaluukut avattiin ilkevaltaisesti. Tämän seurauksena virtaama ja vedenkorkeus nousivat alapuolisissa vesistöissä huomattavasti. Avauksen vaikutuksesta jäät lähtivät liikkeelle luukkujen alapuolelta. Vedenpinnan noustessa jäät aiheuttivat vahinkoja vesistörakenteille. Lisäksi vahinkoja aiheutui energian tuotannon menetyksinä veden virrattua voimalaitoksen ohi sekä kalojen karkaamisesta paikallisesta kasvatusaltaasta. Luukkujen avaaminen havaittiin nopeasti ja luukut saatiin suljettua noin neljän tunnin kuluttua niiden avaamisesta.

Edellisen tapauksen yhteydessä avattiin ilkevaltaisesti Taivallahden kanavan ylin sulkuportti ja keskimmäisen sulkuportin virtausaukko. Näiden seurauksena vesi pääsi virtaamaan alempaan sulkuun ja siitä osittain sulun tukimuurien yli, jolloin maa-ainesta kulkeutui pois tukimuurin vierestä eroosion takia. Tapahtuma havaittiin nopeasti ja vahingot jäivät pieniksi. Tapauksesta tehtiin selvitys, jossa tutkittiin vahinkojen laajuutta, mikäli vesi olisi saanut virrata kanavarakenteiden yli lauantai-iltapäivän avaamishetkestä seuraavaan maanantaiaamuun saakka. Selvityksen mukaan kanavan rakenteet eivät olisi rikkoutuneet vaikka maa-aines kanavan vierestä olisi huuhtoutunut pahimmassa tapauksessa kokonaan pois. Kanavasulun rakenteet liittyvät lähes koko matkaltaan kallioon, joka olisi maa-ainesten mittavasta eroosiosta huolimatta lopulta estänyt syöpymän laajenemisen. (Huokuna & Kuusiniemi, 2002)

5.2.20 Pamilon vesivoimalaitospadot

Pamilon vesivoimalaitospadot sijaitsevat Enon ja Ilomantsin kunnissa. Maapato 7 harjalla havaittiin 11.6.2008 onkalo tiessä, josta maa-aines oli painunut patoon (kuva 7). Onkalon koko oli noin 1,4 m x 1,0 m x 1,0 m. Antti Leskelä toteaa vauriosta Oy Vesirakentajan (2008)pöytäkirjan liitteessä "Pamilon maapatojen kuntolausunto" seuraavaa:

Tarkastushetkellä pato oli ulkoisesti hyvässä kunnossa. Vaurion syy ei käytettävissä olevilla tiedoilla ole aivan selvä. Merkittävää on, että padon taustalla ei ollut havaittavissa merkkejä padon läpi kulkeutuvasta materiaalista vaurion jälkeen, kuopan täyttämisen

jälkeen tai korjaustöiden aikana. Vauriokohdalla on poikkeama maatutkakuvassa, joka osoittaa, että vaurio on saattanut tapahtua melko syvälläkin (jopa 10 m pinnasta). Vuonna 1992 tehdyissä kairauksissa on 10...12 m syvyydellä havaittavissa pehmeämpi kerros tiivistyssydämessä padolla 7.

Padon tiivistyssydän on ylöspäin levenevä. Suodatinkerros on asianmukaisesti rakennettu tukipenkereitä vasten. Suodatinkerros täyttäneen suodatinkriteerit tiivistysmoreenin suhteen, mutta on hyvin epävarmaa, täytyvätkö suodatinkriteerit tukipenkereen ja louheen välillä. Louhe on ainakin pinnalta kuivassa luiskassa erittäin suurijakeista ja todennäköisesti materiaalin laatu on samanlaista kaikkialla tukipenkereissä. Tukipenkereen ja suodatinkerroksen väliin olisi todennäköisesti pitänyt rakentaa pienlouhekerros, jollaista ei ainakaan piirustusten mukaan ole tehty. Tämä merkitsee (yhdessä alaspäin kapenevan tiivistyssydämen kanssa) sitä, että suodatinkerroksesta veden paineen vaihdellessa valuu materiaalia louheen sisään.

Materiaalin mahdollista valumista louheeseen ovat voineet edistää runsaat sateet sekä erityisesti padon harjalla kulkenut raskas liikenne, jonka värähtelyvaikutukset voivat ulottua useiden metrien syvyyteen.

Vauriokohta korjattiin injektioimalla. Korjaustyöt aloitettiin välittömästi ja saatiin päätökseen 13.7.2008. (Oy Vesirakentaja, 2008)



Kuva 7: Pamilon voimalaitoksen maapatoon 7 syntynyt onkalo. (Kuva: Hannu Ruotsalainen, Vattenfall Sähköntuotanto Oy)

5.2.21 Peltokosken voimalaitospato

Peltokosken voimalaitospato sijaitsee Mustionjoessa Raaseporissa. Peltokosken maapadolla havaittiin 1950-luvun alussa lähde padon taustalla pian laitoksen valmistumisen jälkeen. Keväällä 1984 syntyi noin 20 metrin päähän edellisestä toinen vuotokohta, jonka etäisyys padosta oli noin 60 metriä. Vuotovesireittien selvittämiseksi tehdyn tutkimusten mukaan padolta vuotokohtaan ulottui pohjavesiselänne. Vuodon aiheuttaman eroosion arvioitiin voivan kehittyä padon turvallisuutta vaarantavaksi. (Leskelä, 2010)

Vuonna 1987 uudemman lähteen reuna sortui. Veden purkautuessa syntyi noin kolmen metrin syvyinen kuoppa, ja samassa yhteydessä havaittiin maapadon harjalla noin 20 cm syvyinen painauma. Lisäeroosion ehkäisemiseksi sortumakohtaan tehtiin painopenger ja maapatoa sekä pohjamaata injektioitiin todennäköisimmällä vuotoalueella. Alueella on myöhemmin ilmaantunut

jatkoeroosiota. Vuoto on jälleen lisääntynyt ja vuonna 2009 se oli noin 35 l/s. Syksyllä 2009 aloitettiin maapadon ja kallion injektointi, jonka yhteydessä todettiin uusia kallion heikkousvyöhykkeitä aikaisemmin injektoiduilla kohdilla sekä uusia avautuneita kallion lustia. (Laasonen & Autio, 2006)

Syksyllä 1988 voimalaitoksella tapahtui käyttöhäiriö, jolloin itärannan maapadon ylitse vievän tien osalla tapahtui ylivirtausta. Ylivirtaus aiheutti padon alapuolella jonkin verran vaurioita, mutta itse patorakenne ei vahingoittunut. (Leskelä, 2010)

5.2.22 Petäjäskosken voimalaitoksen pato

Petäjäskosken voimalaitos on rakennettu Rovaniemen Jaatilansaaren läntiseen jokiuomaan sähköntuottoa varten. Petäjäskosken voimalaitokseen liittyy useita rantapatoja, jotka on perustettu suhteellisen heikolle maapohjalle ja niitä on jouduttu aika ajoin korottamaan. Maapadon 8 taustaan syntyi 1980-luvun lopussa eroosiokuoppa. Maatutkalla suoritettujen tutkimusten perusteella eroosion aiheuttanut vesi tuli padon alitse suhteellisen pitkää reittiä vanhaa ojauomaa pitkin.

Keväällä 1993 havaittiin pysyvä voimakas suotovesimäärän lisäys ja suoritetuissa kairauksissa todettiin padon tiivistysosassa vettyneitä kohtia. Vettyneet kohdat injektointiin, mutta tällä ei ollut sanottavaa vaikutusta vuotoon. Syvemmälle kairattaessa löytyi siltti- ja moreenikerrosten alta läpäisevä alue, jonka injektoinnin jälkeen vuotovesimäärä putosi murto-osaan aiemmasta. Ilmeisesti vuotokanava oli yhteydessä vanhaan jokiuomaan ja osasyllinen aikaisempiin eroosiokuoppiin. (Leskelä, 2010)

5.2.23 Porin tulvapenkereet

Pori sijaitsee alavassa Kokemäenjoen suistossa. Alavimmille alueille joen molemmin puolin on rakennettu tulvapenkereet, joiden tarkoitus on täyttää tulvasuojelun tarpeet erityisesti hyyde- ja jääpatotilanteissa sekä meriveden ollessa korkealla ja joen virtaaman suuri. Kunnossapidon puutteen vuoksi tulvapenkereillä on esiintynyt häiriötilanteita vuodesta 1990 lähtien. Häiriötilanteiden sattuessa jokivesi on ollut alhaalla eikä vahinkoja ranta-alueiden rakennuksille tai muille kohteille ole sattunut. Tulvatilanteissa, penkereiden sortuessa, Porin kaupungin alueella pahimmillaan 5000 asuntoa kastuu, 15 000 ihmistä on tulva-alueella ja näistä 5000:n henkeen tai terveyteen kohdistuu ilmeinen vaara. Myös vahingot kiinteistöille, teollisuudelle ja ympäristölle ovat huomattavat. Vuonna 2003 käynnistetyn Porin tulvasuojeluhankkeen myötä tulvapenkereiden ensiapukorjaukset aloitettiin vuonna 2008. Vaikka Porin tulvapatoja on korjattu merkittävästi vuosina 2008 ja 2009, ovat ne osittain edelleen hyvin vaatimattomassa kunnossa (Rusola, 2010 ja Vuola 2010).



Kuva 8: Murtunut tulvapenger Harjunpäänjoen rannalla (Taina Rusola)

Huhtikuun lopussa 2010 Harjunpäänjoen rannalla osa huonokuntoisesta Porin tulvapenkereestä sortui jokeen (kuva 8). Padon alaluiskalla sijainneet puut ja kasvillisuus estivät padon luisumisen kokonaan jokeen. Rannoilla tehtyjen stabiliteettilaskelmien mukaan Harjunpäänjoen rantojen stabiliteetti oli huono, joten murtuman tapahtuminen oli odotettavissa. (Rusola, 2010 ja Vuola 2010)

5.2.24 Porttipahdan altaan ja voimalaitoksen pato

Sodankylässä sijaitseva Porttipahdan tekoallas on rakennettu Kitisen uomaan Madetkoskelle. Lokakuussa 2006 havaittiin eräissä Porttipahdan pohjavesiputkissa vesipinnan nousua 0,5...1,0 metriä. Viikon kuluttua tästä yhden putken vesipinta laski kolme metriä ja aiheutti laitoksella hälytyksen. Merkkejä lisääntyneestä suodosta tai vuodoista ei kuitenkaan havaittu. Muissa kaivoissa vedenpinta pysyi normaalilla tasolla. Marraskuussa vedenpinta palasi kyseisessä kaivossa entiselle tasolle, jonka jälkeen se kuitenkin joulukuussa kävi lyhyen aikaa ylhäällä.

Poikkeavat mittaustulokset johtuivat mahdollisesti kyseisen putken läheisyydessä sijaitsevan kallioruhjeen sisältämän aineksen liikahtamisesta, jonka seurauksena vedenpaine ja -pinta nousivat ensivaiheessa putken ympäristössä. Lisääntynyt paine on myöhemmin purskauttanut ruhjeen auki, joka on aiheuttanut putken vedenpinnan laskun. (Talvensaari, 2006)

5.2.25 Pyhännän voimalaitospato

Pyhännän voimalaitos sijaitsee Iso-Pyhäntäjärven pohjoispäästä lähtevässä Pyhännänjoessa, Ristijärvellä. Syksyllä 2009 itäpuolen kanavapadon harjalle noin 30 metriä säännöstelyluukun monoliitista ilmestyi vajoama. Vaurioalueen ja sen ympäristön tarkistuksissa ei havaittu vesivuotoja. Vajoama täytettiin maa-aineksella harjan tasolle, jonka jälkeen seurattiin täytön painumista. Painumista ei tapahtunut.

Vaurion syyn selvittämiseksi tehtiin alueella maatutkaus ja saatujen tulosten perusteella tutkimuksia päätettiin jatkaa suorittamalla vaurioalueella maanäytekairauksia. Alueelta löytyi kaksi ongelma-aluetta, joissa padon sisäinen eroosio oli edennyt toimenpiteitä vaativalle tasolle. Padon harjalla tapahtunut sortuma oli todennäköisesti seuraus syvemmällä patorakenteessa tapahtuneesta sisäisestä eroosiosta, jolloin syntynyt tyhjätila on täyttynyt ylhäältä vajonneella maa-aineksella. (Kemijoki Aquatic Technology, 2009)

5.2.26 Soininkosken voimalaitoksen pato

Soininkosken voimalaitos sijaitsee Virtain kaupungissa, Kokemäenjoen vesistöön kuuluvalla Ähtärin reitillä, jonka latvajärvi on Ähtärinjärvi. Soininkosken patorakenteiden kokonaispituus on noin 110 m, josta maapadon osuus on noin 55 metriä. Alkuperäinen Soininkosken voimalaitos on valmistunut vuonna 1922. Voimalaitos on jokseenkin täydellisesti rakennettu uudelleen vuosina 1979 - 1980.

Alkuperäinen betonipato murtui huhtikuussa 1954, jolloin pohjoisen puoleinen pää sortui noin 33 metrin pituudelta. Padon murtumisen syy oli betonipadon ja moreenipohjan väliin syntynyt veden virtaus ja sitä seurannut eroosio. Tämän seurauksena maa-aines oli kulkeutunut pois betonipadon alta ja se osa pataa, joka oli perustettu moreenin päälle, murtui poikki ja kaatui. Moreenin varaan rakennetun betonipadon alta puuttui uraseinä, joka ilmeisesti oli pääsyy padon murtumiseen.

Sortuneen betonipadon tilalle rakennettiin maapato syyskesällä 1955. Jäljelle jääneen betonipadon osalla suoritettiin injektointi ja verhouksivet saumattiin uudelleen. Samalla tehtiin korjauksia ja vahvistuksia tulva-aukkojen sekä koneaseman rakenteisiin. Vedennosto voitiin suorittaa uudelleen marraskuussa vuonna 1955. Vuonna 1978 tehdyssä tarkastuksessa kävi ilmi, että vauriot laitoksen betonirakenteissa olivat lisääntyneet. Voimalaitoksen perusparannus suoritettiin vuosina 1979 – 1980 jolloin muun muassa koneasema uusittiin kokonaisuudessaan. Nykyinen betonipato on kokonaisuudessaan perustettu kallion varaan. (Hämeen ELY-keskuksen patoturvallisuuskansiot)

5.2.27 Tirvan voimalaitos

Tirvan voimalaitos on Valkealassa sijaitseva pienvesivoimalaitos. Loppuvuodesta 2008 Tirvan voimalaitokselle murtauduttiin. Murtautujat varastivat laitoksen ohjausautomaatiikan sisältämän tietokoneen, jonka seurauksena voimalaitoskoneisto pysähtyi ja tulvaluukkuautomaatiikka ei toiminut. Lisäksi murtautujat olivat rikkoneet laitoksen valvomosta sähkökeskukset, jolloin tulvaluukkujen nostaminen käsiohjauksellakaan ei onnistunut.

Tapahtuneen seurauksena vesi nousi laitoksen yläpuolisessa uomassa 30 cm yli padotusrajan. Padotusalue rajoittuu lyhyelle matkalle laitoksen yläpuolelle. Merkittäviä vahinkoja ei päässyt syntymään veden purkautuessa hallitusti patorakenteiden ja juoksutusaukkojen kautta. Merkittävä osa vedestä purkautui tapahtumahetkellä auki olleesta säännöstelyluukusta ja padotusrajan ylityttyä voimalaitoskanavan ylisyyksyn kautta. (Höytämö, 2008)

5.2.28 Uljuan allas – Tulisaaren pato

Uljuan tekoallas sijaitsee noin 80 km Oulusta etelään valtatie nro 4 varrella Siikalatvan kunnassa. Allas valmistui kesällä 1970. Altaan ensimmäisen täytön jälkeen kesällä 1970 havaittiin Uljuanojassa veden samentumista. Vuotokohta oli paalulla 5+30 ja syynä oli sisäinen eroosio tiivistysosan yläpinnalla. Vuoto korjattiin sementillä injektoimalla ennen kuin suurempia vahinkoja ehti tapahtua.

Voimalaitoksen alakanavan kallio-osuuden päättymiskohdassa noin 100 metriä voimalaitoksesta ja Tulisaaren maapadosta oli esiintynyt kirkasta vuotoa altaan koko 20-vuotisen olemassaolon ajan. Keväällä 1990 samassa kohdassa vuoto havaittiin samentuneeksi ja tutkimukset vuodon paikantamiseksi sekä injektointi patopohjan tiivistämiseksi aloitettiin heti. Tutkimuksissa löydettiin läheltä maapatoa altaan pohjalta kolmen metrin läpimittaisia ja usean metrin syvyisiä kuoppia, joiden pääteltiin syntyneen sen seurauksena, että maa-aines oli kulkeutunut padon alapuolella sijaitsevien kalliorakojen kautta. Väriainekokeilla todettiin kuopista olevan suora yhteys samentuneen vuodon havaintopaikkaan. Altaan vesipinta alennettiin mahdollisimman nopeasti ja kuoppien täytteeksi ajettiin maamassoja.

Noin kaksi viikkoa myöhemmin altaanpuoleinen luoheverhous vajosi nopeasti noin seitsemän metrin matkalla noin 50 metrin etäisyydellä voimalaitoksesta. Samanaikaisesti vuotoveden määrä kasvoi noin 100 litraan sekunnissa. Moreenin ajo vuotokohtaan aloitettiin mahdollisimman nopeasti. Padon märän luiskan liikkuminen saatiin pysähtymään ja padon murtuminen estettiin tässä tapauksessa vain ripeän toiminnan ansiosta.

Padon osittaisen uudelleenrakentamisen yhteydessä vauriokohdalta löydettiin vinosti alaspäin tiivistesydamen läpi kulkeva suodatinsoran täyttämä eroosiokanava. Vauriokohdalla peruskallio oli rikkonaista ja rapautunutta. Laboratoriokokeissa pohjamoreeni osoittautui erittäin herkäksi sisäiselle eroosiolle. (Kuusiniemi & Maijala, 2002)

5.2.29 Verlankosken voimalaitospato

Verlankosken voimalaitospato sijaitsee Kouvolassa. Verlankosken voimalaitoksen koneistot pysähtyivät äkillisesti helmikuussa 2008. Syynä oli ilmeisesti leudon talven jälkeisen pakkasen ja tuulen aiheuttaman veden alijäähtyminen ja hyytö laitoksen välissä. Voimalaitokselle ja padolle ei aiheutunut vahinkoa, mutta koneiston pysähtymisen synnyttämä pikasulkuaalto ja vedenpinnan nousu tulokanavassa aiheuttivat tulvauhan Verlan Tehdasmuseon alakertaan ikkunoiden jäädessä osittain veden alle. Samantapainen tulvauha on toistunut Verlassa useamminkin laitoksen yläpuolisen Suolajärven vedenpinnan ollessa ylhäällä. Verlan Tehdasmuseo on UNESCO:n maailmanperintökohde. (Tarvainen, 2008)

5.2.30 Åminneforsin vesivoimalaitos

Åminneforsin voimalaitospato sijaitsee Mustionjoessa Raaseporissa. Keväällä 2007 Åminneforsin vesivoimalaitos jäi jännitteettömäksi verkkohäiriön seurauksena. Noin tunnin kuluttua laitoksen varajärjestelmä saatiin toimimaan ja tulvaluukku avattiin. Kuitenkin luukun käyttökojeiston rikkoonnuttua vedenpinta pääsi seuraavana päivänä nousemaan hetkellisesti 0,19 m yli lupaehtorajojen. Nousun johdosta virtaamaa rajoitettiin ja tulvaluukkuja avattiin käsikäytöllä. Vedenpinta laitoksella saatiin palautettua seuraavana päivänä lupaehtorajojen alapuolelle. (Nivalainen, 2007)

5.3 Häiriötilanteet ja niiden vakavuusaste

5.3.1 Yleistä

Padoilla tapahtuneet häiriötilanteet vaihtelevat vakavuusasteiltaan erilaisia toimenpiteitä vaativista tapahtumista varsinaiseen patomurtumaan. Iso-Britannian ympäristökeskuksen tekemän raportin mukaan (Environment Agency, 2008) häiriötilanteet voidaan luokitella vakavuusasteeltaan esimerkiksi kolmeen luokkaan taulukon 1 mukaisesti. Häiriötilanteiden jako eri vakavuusasteisiin on tässä toteutettu samoin kuin Iso-Britannian ympäristökeskuksen tekemässä patojen häiriötilanneraportissa.

Taulukko 1: Häiriötilanteiden jako eri vakavuusasteisiin (Environment Agency, 2008).

Häiriötilanteen vakavuusaste	Vakavuusasteen määrittely
A (one)	Padon sortuma, jonka seurauksena on veden kontrolloimaton äkillinen ja suuri purkautuminen ympäristöön.
B (two)	Vakava tapahtuma, joka liittyy johonkin seuraavista: • hätätyhjennys • hätäkorjaukset • vakava käyttövirhe hätätilanteessa
C (three)	Mikä tahansa tapahtuma, joka johtaa: • tarkastusinsinöörin suunnittelemaattomaan käyntiin • tyhjennykseen varotoimenpiteenä • suunnittelemaattomiin korjaustoihin • inhimillinen virhe, joka johtaa merkittävään (huonoon) muutokseen käyttötoiminnassa

5.3.2 Tutkimustulosten vakavuusaste

Kuva 9 on koottu käytettävissä olleen aineiston perusteella Suomen padoilla tapahtuneet häiriötilanteet padon luokan ja häiriötilanteen vakavuusasteen mukaan. Kuvasta nähdään, että suurin osa häiriötilanteista on ollut harmittomimman vakavuusasteen C mukaisia.

Vahingonvaaran perusteella luokkaan 1 ryhmitellyillä padoilla häiriötilanteita oli 19 kappaletta. Näistä 15 tapausta voitiin erottaa vakavuusasteen C häiriötilanteiksi, ja vastaavasti neljä vakavuusasteeseen B häiriötilanteiksi.

Suurin osa häiriötilanteista raportoitiin tapahtuneen 2-luokan padoilla, joista yksittäisiä tapahtumia oli yhteensä 33 kappaletta. Vakavuusasteen C häiriötilanteita oli 31 kappaletta ja vakavuusasteen A tilanteita kaksi kappaletta. Vakavuusasteen A häiriötilanteet viittaavat 1950- ja 1960-luvulla tapahtuneisiin Soininkosken ja Kaihuan voimalaitospatojen vaurioihin. Nämä eivät aiheuttaneet ihmishenkien menetyksiä ja aineelliset vahingotkin olivat melko vähäisiä.

Vahingonvaaran perusteella 3-luokan padoilla häiriötilanteita raportoitiin tapahtuneen vain kolme kappaletta. Näistä kaikki olivat vakavuusasteen C häiriötilanteita.

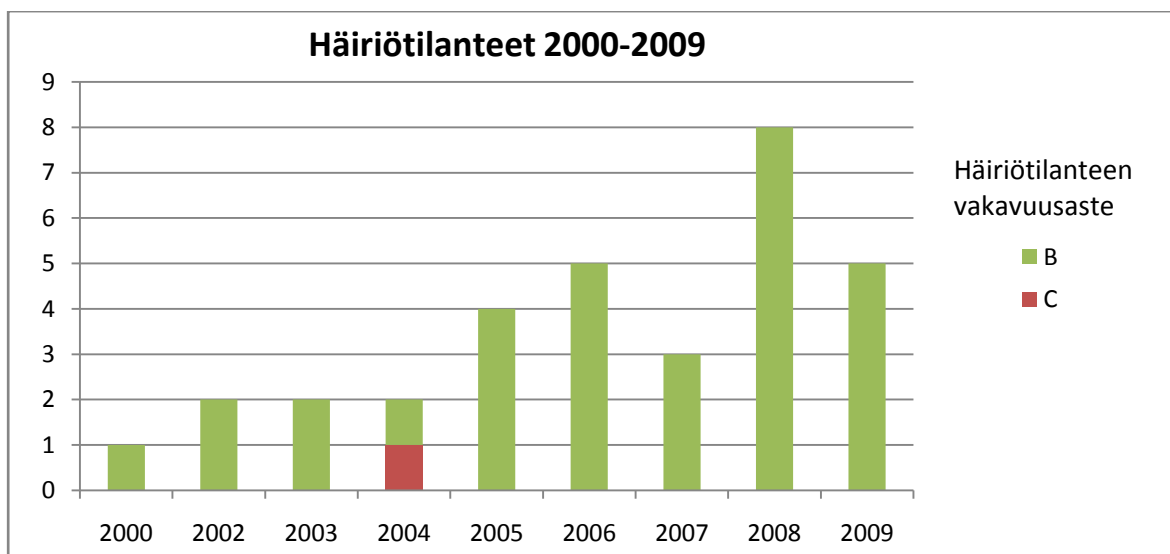
Kolme häiriötilannetta raportoitiin tapahtuneen padoilla, joiden vahingonvaaraan perustuva luokitus ei ole tiedossa tai joilla ei ole patoturvallisuuslain mukaista luokitusta. Näistä kaksi oli vakavuusasteen C häiriötilanteita, ja yksi vakavuusasteen B häiriötilanne.



Kuva 9: Padoilla tapahtuneet häiriötilanteet padon luokan ja häiriötilanteen vakavuusasteen mukaan.

5.4 Häiriötilanteiden yleisyys

Tutkimuksessa käytettävissä olleen aineiston perusteella 2000-luvulla häiriötilanteita on ollut keskimäärin noin 4 vuodessa. Kuva 10 on koottu vuosina 2000–2009 tapahtuneet häiriötilanteet vakavuusasteineen. Kuvan kasvava trendi johtunee pääasiassa muuttuneesta käytännöstä häiriötilanteiden ilmoituksen suhteen. Häiriötilanteista on alettu raportoida vasta viime vuosina. Nykyään sovellettava käytäntö, jonka mukaan häiriötilanteesta tulisi aina tehdä patoturvallisuusviranomaiselle ilmoitus, on ollut vaihtelevasti käytössä vasta muutamia vuosia. Ilmoitusten teko on ollut hajanaista, ja vasta nykyään laki velvoittaa ilmoituksen tekemiseen.

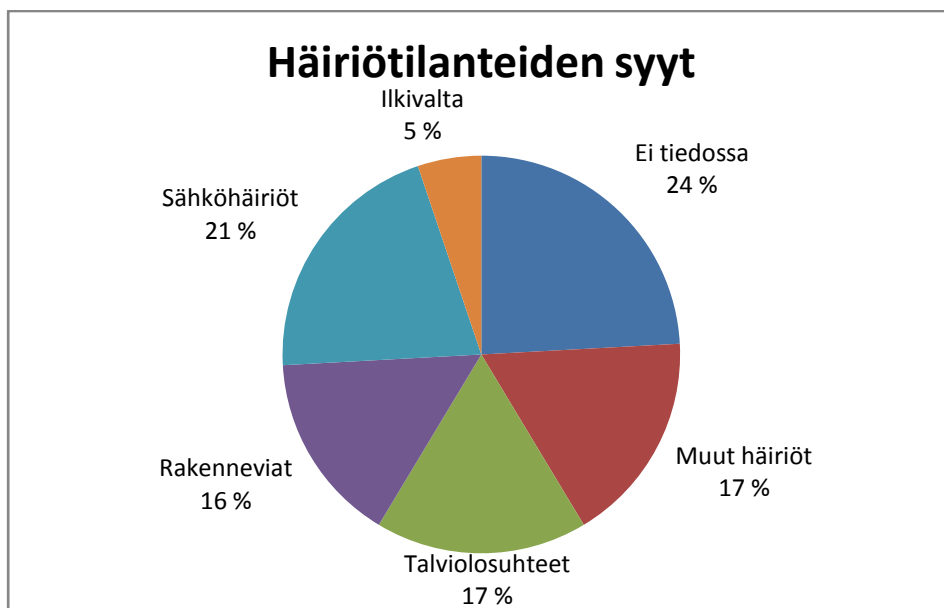


Kuva 10: Häiriötilanteet ja niiden vakavuusaste 2000–2009.

5.5 Häiriötilanteiden syyt

Joissakin tilanteissa häiriötilanteen tai vaurion aiheuttaneen yksittäisen syyn osoittaminen on vaikeaa, mutta toisinaan voidaan erottaa seikkoja, jotka ovat selkeästi olleet olennaisia häiriötilanteen kehittymisen kannalta. Kuva 11 on koottu Suomen padoilla tapahtuneiden häiriötilanteiden syitä. Suurimmassa osassa häiriötilanteista (muut häiriöt 17 %, ei tiedossa 24 %) ei ole ollut osoitettavissa selkeää yksittäistä seikkaa, joka olisi saanut aikaan häiriötilanteen kehittymisen. Tähän ryhmään kuuluvat myös tekijät, joiden yksittäinen luokittelu ei olisi ollut mielekäästä. Tällaisia ovat muun muassa erityyppiset voimalaitosten koneistorikot ja -häiriöt, kunnossapidon puute ja materiaalien luonnollisesta heikentymisestä johtuneet häiriöt.

Sähköhäiriöt aiheuttivat 21 % häiriötilanteista. Huomattavan usein sähköhäiriön sai aikaan ukkonen, jolloin padon automatiikka tai kaukokäyttölaitteisto rikkoontui tai häiriintyi. Samaan aikaan vaikuttanut rankkasade olisi vaatinut tulvaluukkujen avausta virtaaman lisäämiseksi, mutta tämä ei aina onnistunut laitteiston häiriötilan vuoksi. Vaikka jotkin padoista oli varustettu varavirtalähteellä kuten aggregaatilla tai pienoisturbiinilla, ei varavirtalähdettä toisinaan saatu toimimaan sitä tarvittaessa. Tämän seurauksena yläaltaan vesipinta oli noussut hälytysrajalle tai vesi oli tulvinut ylisyyksyaukkojen kautta aiheuttaen vahinkoa alapuolisille alueille.



Kuva 11: Häiriötilanteiden aiheuttajat eli syyt, jotka ovat aikaansaaneet häiriötilanteen syntymisen.

Talven kylmät sääolosuhteet aiheuttivat 17 % häiriötilanteista. Kylmistä sääolosuhteista johtuviin ongelmiin sisältyy tässä kaikki talviolosuhteista ja niiden vaikutuksesta syntyvät ilmiöt kuten jää, pakkanen, routa ja hyhyde. Esimerkkeinä voidaan mainita muun muassa routimisen aiheuttamat löyhtymät ja sortumat ja hyhyteen muodostumisen myötä syntyneet vaikeudet patoluukkujen sulkemisessa.

Rakenneviat (16 %) olivat myös merkittävä syy häiriötilanteiden kehittymiselle. Esiintyneistä rakennevioista voidaan mainita muun muassa tiivisteseinämän rikkoutuminen, tukipalkkien taipuminen ja sortumia aiheuttaneet luiskien riittämätön vakavuus.

Ilkivalta käsittää 5 % häiriötilanteisiin johtaneista syistä. Lukuun sisältyy myös tahattomat, mutta luvattomat toimenpiteet kuten rakentamistyöt patoalueilla tietämättä niiden vaikutuksista patoturvallisuuteen.

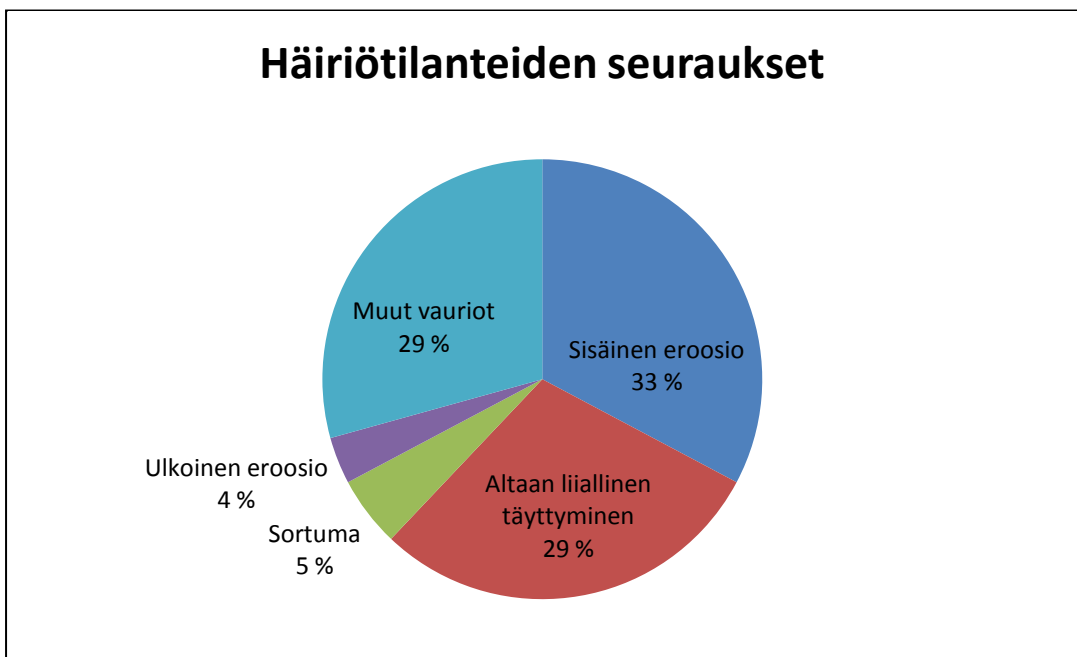
5.6 Häiriötilanteiden seuraukset

Padolla häiriötilanteen aiheuttaneen syyn, esimerkiksi sähköhäiriön, vaikutuksesta padon tulvaluukut saattavat jäädä avautumatta. Jos tulvaluukkuja ei rankkasateella onnistuta avaamaan riittävän nopeasti, voi seurauksena olla padon yläpuolisen altaan liiallinen täyttyminen tai veden virtaus padon harjan yli. Tutkituissa häiriötilanteissa tulvaluukut on kuitenkin saatu avattua ennen vedenpinnan nousua padon harjan yli, tai vesi on päässyt purkautumaan tarkoitusta varten rakennettujen turvarakenteiden kautta.

Padon sisäiseen eroosioon johtaneiden tekijöiden osoittaminen voi olla hankalaa. Sisäisen eroosion osoittaminen syyksi padolla havaituille epätavallisille ilmiöille saattaa jo itsessään olla epävarmaa. Tässä sisäinen eroosio tulisikin käsittää pikemmin syyksi häiriötilanteen muodostumiselle eikä seuraukseksi.

Tutkimusaineistosta on laadittu kuvan 12 mukainen diagrammi. Kuvasta voidaan nähdä, että sisäinen eroosio ja altaan liiallinen täyttyminen ovat aiheuttaneet valtaosan Suomen padoilla esiintyneistä häiriötilanteista.

Muut vauriot käsittävät 29 % häiriötilanteiden seurauksista. Näiden luokittelu on hankalaa seurauksien suuren vaihtelevuuden vuoksi. Esimerkkejä näistä ovat muun muassa yläpuolisen uoman vedenpinnan liiallinen lasku, alapuolisen uoman tulviminen ja voimalaitoksen koneistolle tai padon muulle laitteistolle tapahtuneet vauriot.



Kuva 12: Tapahtuneiden häiriötilanteiden mahdolliset seuraukset.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän työn tarkoituksena oli koota tietoa Suomen padoilla tapahtuneista häiriötilanteista. Lähdeaineistona käytettiin keväällä 2010 tehtyä kyselytutkimusta patojen häiriötilanteista, häiriötilanneraportteja ja patoturvallisuuskansioista saatuja tietoja. Tapahtuneista häiriötilanteista käytettävissä olevaa tietoa on kuitenkin suhteellisen vähän, koska padoilla sattuneista turvallisuuden kannalta poikkeuksellisista tilanteista raportointi on tullut pakolliseksi vasta vuonna 2009 voimaan astuneen uuden patoturvallisuuslain myötä. Lähdeaineiston rajallisuuden vuoksi täsmällisten tilastollisten johtopäätösten tekeminen häiriötilanteiden yleisyydestä ja muutoksista tapahtuneiden tilanteiden määriin on vaikea tehdä.

Vuotta 2010 edeltäneinä vuosina häiriötilanteita on tapahtunut Suomen padoilla keskimäärin noin neljä vuodessa. Jos tutkimusaineiston häiriötilanteet jaetaan kolmeen ryhmään vakavuusasteensa mukaan, havaitaan häiriötilanteista noin 90 % kuuluneen vakavuusasteeltaan harmittomimpaan ryhmään C. C-ryhmän häiriötilanteet vaativat suunnittelemattomia korjaustoimenpiteitä, mutta eivät edellytä luonteeltaan kiireellisiä tai välittömiä toimenpiteitä. Tästä voidaan päätellä patojen kunnossapidon olleen kohtalaisen hyvällä tasolla, koska useimmiten kiireellisiin toimenpiteisiin ei ole tarvinnut ryhtyä.

Suurin osa tiedossa olevista häiriötilanteista on tapahtunut vahingonvaaran perusteella 1- ja 2-luokkaan kuuluvilla padoilla. Nämä padot kuuluvat usein tahoille, joiden intressit padon kunnossapitoon ja tarkkailuun ovat suuret tai ovat esimerkiksi sijaintinsa, kokonsa tai padotun aineen puolesta luonteeltaan sellaisia, että intensiivinen padon tarkkailu on tarpeen. Häiriötilanteiden lukumäärän painottuminen vahingonvaaran perusteella 1- ja 2-luokan padoille johtuneen pääasiassa mahdollisuuksista ja tarpeista yksityiskohtaisempaan tarkkailuun.

Usein häiriötilanteen yksiselitteisen syyn osoittaminen on vaikeaa, koska tapahtumaan saattaa vaikuttaa tekijöitä, jotka ovat toisistaan riippuvaisia. Eriteltäessä häiriötilanteita tapahtumien kannalta olennaisten seikkojen perusteella, nousivat esiin erityisesti sähköhäiriöiden aiheuttamat ongelmat, kylmät olosuhteet ja rakenneviat. Sähköhäiriöt muodostivat 21 % häiriötilanteiden syistä. Ukkosen tuottamat sähköhäiriöt tai normaalit sähkökatkot vaikeuttivat tulvaluukkujen käyttöä ja aiheuttivat häiriöitä kaukokäyttölaitteistoille. Kylmiin olosuhteisiin liittyvät ilmiöt kuten jää, pakkanen, routa ja hyhyde saivat aikaan 17 % esiintyneistä häiriötilanteista. Erityyppiset rakenneviat ja niistä johtuneet ongelmat kuten sortumat aiheuttivat 16 % tapahtuneista häiriötilanteista.

Padon turvallisuuden vaarantavista vauriomekanismeista merkittävimmät olivat sisäinen eroosio sekä yläaltaan liiallinen täyttyminen. Osassa tapauksista sisäisen eroosion tapahtumista ei ole tutkittu takuuvarmasti, mutta ilmestyneet vajoamat ja lisääntyneet suotovirtaukset ovat antaneet aihetta epäillä syyksi sisäistä eroosiota. Vaikeudet tulvaluukkujen avaamisessa ukkosen laitteistoille aiheuttamien häiriöiden ja rankkasateen aikaan olivat useimmiten syynä yläaltaan vedenpinnan nousuun liian korkealle. Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta tulvaluukut oli kuitenkin saatu avattua ennen ylivuotoa, ja näissäkin tapauksissa vesi oli purkautunut turvallisesti tarkoitusta varten tehtyjen rakenteiden kautta.

Vuonna 2009 uudistetun patoturvallisuuslain mukaan padon omistajan on ilmoitettava padolla sattuneesta turvallisuuden kannalta poikkeuksellisesta tilanteesta viipymättä patoturvallisuusviranomaiselle. Lakiuudistuksen seurauksena käsitys häiriötilanteiden yleisyydestä ja luonteesta tulee merkittävästi parantumaan. Edeltävä vaihtelevasti ja hajanaisesti toiminut käytäntö häiriötilanneraportin toimittamisesta patoturvallisuusviranomaisille ei välttämättä anna kattavaa kuvaa patoturvallisuuden tilasta. Paitsi vaihtelevat ja vapaaehtoisuuteen perustuvat käytännöt ilmoitusten tekemiseen, sekaannusta on varmasti aiheuttanut myös selkeän määritelmän puuttuminen siitä, minkä tyyppinen tapahtuma luetaan häiriötilanteeksi. Tehdyn kyselytutkimuksen perusteella padonomistajien käsitys häiriötilanteen luonteesta vaihtelee suuresti.

Vaikka uuden patoturvallisuuslain 27 pykälä "Hätäilmoitus ja ilmoitus turvallisuuden kannalta poikkeuksellisesta tilanteesta" on sinällään yksiselitteinen, yksityiskohtaisempia toimintaohjeita ja ilmoituksen tekemiseen avustavaa materiaalia voisi olla saatavilla enemmän. Tällaisia voisivat esimerkiksi olla tilannekuvaukset, joista on syytä ilmoittaa patoturvallisuusviranomaisille ja täydennettävät lomakkeet ilmoituksen tekemiseen. Aineiston olisi hyvä olla helposti ja nopeasti saatavilla esimerkiksi Internetistä.

Häiriötilanteesta ilmoittaminen on padon omistajan vastuulla. Epäselvissä tapauksissa on syytä varmuuden vuoksi ottaa yhteyttä patoturvallisuusviranomaisiin. Padon omistaja tekee ilmoituksen todetuista rakenteellisista ja toiminnallisista häiriötilanteista, joilla on vaikutusta patoturvallisuuteen. Padon omistajan on toimitettava ilmoitus viivytyksettä patoturvallisuusviranomaisille. Ilmoituksessa on oltava seuraavat asiat:

- mitä on tapahtunut
- häiriötilanteeseen johtaneet syyt
- tehdyt tutkimukset ja toimenpiteet
- tapahtumien kulku
 - miten havaittu
 - missä
 - milloin
 - aiheutuneet vahingot tai arvio aiheutuneesta vahingonuhasta
- maastotarkastus
 - tarkastuksessa havaitut ja sovitut asiat (mahdollisesti liite tarkastuspöytäkirjasta)
- tehdyt ilmoitukset ja tiedotus
- korjaustyöt
- jälkitarkastus

Jotta häiriötilanteista ilmoittamisesta tulisi toimiva käytäntö, on ilmoituksen tekemiseen liittyvien ohjeiden oltava helposti saatavilla ja riittävän yksityiskohtaiset. Valmiit lomakkeet ilmoituksen täyttämiseen ja mallit oikein tehdyistä ilmoituksista todennäköisesti avustavat ja kannustavat häiriötilanteiden raportointiin. Aktiivinen häiriötilanteiden raportointi hyödyttää kaikkia patojen kanssa tekemisissä olevia osapuolia. Tieto patoturvallisuuden tilasta lisääntyy, tapahtuneista vaurio-tilanteista voidaan ottaa oppia tilanteiden välttämiseksi ja korjauskustannusten vähentämiseksi ja lisääntyntä tietoa voidaan jakaa patojen kanssa tekemisissä olevien kesken.

Lähdeluettelo

- Environment Agency. (2008). *Learning from Experience*. Post-incident reporting for UK dams 2008. Annual Report. <http://publications.environment-agency.gov.uk/pdf/GEHO0409BPCX-e-e.pdf>
- Geobotnia Oy. (1992 a). *Kaaranneskosken voimalaitos, Maapato 1:ssä havaitun löyhtymisen syyn selvitys*.
- Geobotnia Oy. (1992 b). *Kaaranneskosken voimalaitos, vuoto maapato 2:ssa, maastokäynnin yhteydessä tehdyt havainnot sekä esitetyt suojaustoimenpiteet*.
- Geobotnia Oy. 2006. Selostus patovuodon tutkimuksista ja korjaustoimenpiteistä. Melon voimalaitospato, Nokia. Työ n:o 10082. 3.10.2006, Oulu.
- Holm, J., & Leskelä, A. (1979). *Vesirakenteiden suunnittelu* (Vol. Padot). Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.
- Huokuna, M., & Kuusiniemi, R. (2002). *Selvitys Palokin tulvaluukkujen ja Taivallahden kanavan virtausluukkujen ilkeävaltaisen avaamisen vaikutuksista*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
- Hämeen ELY-keskuksen patoturvallisuuskansiot, useita eri vuosia.
- Höytämö, J. (2008). Häiriötilanneraportti 11.12.2008.
- ICOLD, International Commission on Large Dams. (1996). *Bulletin 105 - Dams and Related Structures In Cold Climate - Design guidelines and case studies*. Paris: ICOLD.
- Insinööritoimisto Geotesti Oy. (2006). *Upofloorin pato, Nokia - Kuntoarvio 2005*.
- Kemijoki Aquatic Technology. (2009). *Pyhännäkosken voimalaitospadon maanäytekairaukset*.
- Kemijoki Oy. (2004). *Kurkiaskan laakerivaurio 30.12.2003*. Häiriötilanneraportti.
- Kemijoki Oy. (2007). *Kurkiaskan laakerivaurio ja ohjuuksutukset*. Häiriötilanneraportti.
- Kemijoki Oy. (2008). *Matarakosken vaihteistovaurio ja ohjuuksutukset*. Häiriötilanneraportti.
- Keski-Lapin Voima Oy. (2005). *Juotaksen voimalaitospadon helmassa esiintynyt poikkeavan suuri vettymähavainto*. Häiriötilanneraportti.
- Kivipelto, A. (2008). Talviset suppotulvat ovat yleistyneet. *Helsingin Sanomat* . 22.1.2008.
- Kuronen, E. (2009). Patoluukulle uutta muotoa. *Forssan Lehti* . 10.1.2009.
- Kuusiniemi, R., & Maijala, T. (2002). Ovatko Suomen padot turvallisia? *Vesitalous* (3).
- Körkkö, R., Loukola, E., & Maijala, T. (1983). *Hautaperän maapadon varmuuden tarkistus*. Helsinki: Vesihallitus - National Board of Waters, Finland.

- Laasonen, J., & Autio, J. (2006). Maapatojen sisäinen eroosio - pohjoismainen ongelma. In *Suurpadot - Suomen osasto ry 1960 - 2010, Historiaa ja toimintaa* (pp. 112-125). Suurpadot - Suomen osasto ry.
- Leskelä, A. (2010). Maapatojen uhkatilanteet ja vauriot. *Patoturvallisuuskoulutus 2010*.
- Maksimainen, I. (2007). *Sähköpostiviesti (aihe: Pielisjoen hyhydeongelmat)*. 3.1.2007.
- Meuronen, A. (2003). *Betonipatojen kunnossapito - käytännön kokemuksia*.
- Nivalainen, M. (2007). Raportti Åminneforsin padotuskorkeuden ylityksestä 26.4.2007.
- Novak, P., Moffat, A., Nalluri, C., & Narayanan, R. (2001). *Hydraulic Structures* (Third Edition ed.). New York, USA: Spon Press.
- Ojansuu, I. (2009). Kuhalankosken häiriötilanneraportti. *sähköpostiviesti*. 21.1.2009.
- Oy Vesirakentaja. (2008). *Pamilon voimalaitospadon patorakenteiden määräaikaistarkastus, pöytäkirja liitteineen*. 4.9.2008
- PVO-Engineering Oy. (2001). *Alakoski Oy - vesivoimalaitos - turvallisuusselvitys*.
- Rusola, T. (2010). Tiedote. *Tulvapadon murtuma Harjunpäänjoen rannalla 23.4.2010*.
- Saarinen, M. (2010). *Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutus maapatoihin*. Diplomityö. Espoo.
- Sipponen, J. (2005). *Häiriötilanneraportti Karhijärven padon ongelmista tammikuussa 2005*. Häiriötilanneraportti.
- Sivonen, M., & Frilander, R. (2001). *Patoturvallisuuden toteutuminen Suomen jäte- ja kaivospadoilla*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, saatavissa sähköisessä muodossa (www.ymparisto.fi -> Palvelut ja tuotteet -> Julkaisut -> Suomen ympäristö): <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=17815&lan=fi>.
- Statkraft Suomi Oy. (2007). *Kolsin voimalaitos - häiriötilanneraportti - 21.1.2007*. Häiriötilanneraportti.
- Sulkakoski, M. (2007 a). Häiriötilanneraportti. 19.10.2007.
- Sulkakoski, M. (2007 b). Häiriötilanneraportti. 5.6.2007.
- Sulkakoski, M. (2004). *Maastotarkastus Karhijärven padolla, Lavia*. Muistio.
- Sulkakoski, M. (2005). *Rankkasateiden aiheuttama tulva Keravanjoessa ja häiriötilanne Kellokosken padolla kesällä 2004*.
- Talvensaari, M. (2006). Häiriöilmoitus 27.10.2006.
- Tarvainen, J. (2008). Häiriöilmoitus 15.2.2008.

The Ohio Department of Natural Resource, Division of Water. (1999). *Dam Safety: Embankment Instabilities*. <http://www.dnr.state.oh.us/Portals/7/pubs/pdfs/fctsht53.pdf>

Vuola, P. (2010). Vastaus häiriötilanteita koskevaan kyselytutkimukseen.

LIITE 1 Häiriötilannetaulukko

Padon nimi	Padon luokka	Häiriötilanteen vakavuusaste	Käyttöönotto	Häiriötilanteen ajankohta	Häiriötilanteen syy	Vauriomekanismi
Alakosken voimalaitoksen pato	1	C	1938	1999	sähköhäiriö	ylivirtaus / altaan liiallinen täyttyminen
Eno ja Ilomantsi Pamilon vesivoimalaitospadot	1	C	1955	2008	ei tiedossa	sisäinen eroosio
Haapajärven pato	1	C	1970	2003	muut häiriöt	altaan liiallinen täyttyminen
Hautaperän allaspato	1	B	1975	1976	rakennevika	sortuma (vettä ei purkautunut sortumakohdasta)
Juntolan voimalaitospato	2	C	1919	ei tiedossa	muut häiriöt	altaan liiallinen täyttyminen
Juotaskosken voimalaitoksen pato	2	C	1958	2005	ei tiedossa	sisäinen eroosio
Kaaranneskosken voimalaitos, maapato 1	2	C	1955	1992	lumi - jää - routa - hyytö	sisäinen eroosio
Kaaranneskosken voimalaitos, maapato 2	2	C	1955	1992	ei tiedossa	sisäinen eroosio
Kaihuan voimalaitoksen pato	2	A	1959	1959	ei tiedossa	sisäinen eroosio
Kallioisen voimalaitospato	2	C	1957	1991	korjaustoimenpide	ulkoinen eroosio
Kaltimon voimalaitos	1	C	1958	2006	lumi - jää - routa - hyytö	altaan liiallinen täyttyminen
Karhijärven säännöstelypato	2	C	1968	2005	rakennevika	ylivuoto / altaan liiallinen täyttyminen
Kellokosken voimalaitos	2	C	1798	2004	rankkasade	ei tiedossa
Kelukosken voimalaitoksen pato	2	C	2001	ei tiedossa	muut häiriöt	ei tiedossa
Kemijärven padot	1	C	1963	1986	luvaton toimenpide	ei tiedossa

Killinkosken voimalaitoksen pato	2	C	1972	2007	rakennevika	muut vauriot
Kolsin voimalaitospato	1	C	1945	2007	lumi - jää - routa - hyytö	muut vauriot
Kuhälankosken pato	3	C	1880	2009	ei tiedossa	muut vauriot
Kuhankosken voimalaitospato	2	C	1925	2009	lumi - jää - routa - hyytö	altaan liiallinen täyttyminen
Kurkiaskan voimalaitoksen pato	2	C	1992	ei tiedossa	muut häiriöt	ei tiedossa
Kuurnan voimalaitospato	2	C	1971	2006	lumi - jää - routa - hyytö	altaan liiallinen täyttyminen
Kytäjärven pato	ei tiedossa	B	ei tiedossa	2004	rankkasade	ei tiedossa
Maalismaan voimalaitos	2	C	1967	2006	sähköhäiriö	altaan liiallinen täyttyminen
Matarakosken voimalaitoksen pato	2	C	1995	ei tiedossa	muut häiriöt	ei tiedossa
Melon voimalaitoksen pato	2	C	1971	2005	rakennevika	sisäinen eroosio
Merikosken voimalaitoksen pato	2	C	1948	1996, 2008	sähköhäiriö	altaan liiallinen täyttyminen
Nokian tehdasalueen suojarahdot	1	C	1970	1970	rakennevika	sisäinen eroosio
Nuojuan voimalaitospato	2	C	1954	ei tiedossa	lumi - jää - routa - hyytö	ei tiedossa
Ossauskosken voimalaitoksen pato	1	C	1965	ei tiedossa	muut häiriöt	ei tiedossa
Palokin voimalaitos ja pato	1	C	1961	2002	ilkkivalta	ulkoinen eroosio
Peltokosken voimalaitospato	2	C	1952	1987	ei tiedossa	sisäinen eroosio
Peltokosken voimalaitospato	2	C	1952	1988	ei tiedossa	ylivirtaus / altaan liiallinen täyttyminen
Petäjaskosken voimalaitoksen pato	1	C	1957	1993	ei tiedossa	sisäinen eroosio
Porin tulvapänkereet	1	C	1950	2009	muut häiriöt	sortuma (vesi alhaalla, ei vahinkoja)

						penkereen tausta-alueelle)
Porttipahdan altaan ja voimalaitoksen pato	1	C	1981	2006	ei tiedossa	muut vauriot
Pyhännän voimalaitospato	2	C	1957	2009	ei tiedossa	sisäinen eroosio
Raasakan voimalaitos	1	C	1972	2006	sähköhäiriö	altaan liiallinen täyttyminen
Ritakosken voimalaitospato	2	C	1920	2010	sähköhäiriö	ylivirtaus/ altaan liiallinen täyttyminen
Ruokokosken voimalaitospato (Kannuskosken voimalaitospato)	2	C	1957	2008	lumi - jää - routa - hyytö	ei tiedossa
Siikakosken voimalaitospato	2	C	1962	2008	lumi - jää - routa - hyytö	ei tiedossa
Soininkosken voimalaitoksen pato	2	A	ei tiedossa	1954	ei tiedossa	sisäinen eroosio
Tirvan voimalaitos	ei tiedossa	C	ei tiedossa	2008	ilkkivalta	altaan liiallinen täyttyminen
Uljuan allas / Lämsäkosken pato	1	C	1970	2002, 2003	sähköhäiriö (2002), rankkasade (2003)	ei tiedossa (2002), altaan liiallinen täyttyminen (2003)
Uljuan voimalaitos / Tulisaaren pato	1	B	1970	1970, 1990	rakennevikka	sisäinen eroosio
Valokoskenpato	2	C	1921	ei tiedossa	rankkasade	ei tiedossa
Verlankosken voimalaitospato	2	C	1922	2008	lumi - jää - routa - hyytö	ei tiedossa
Vintilän I ja II luonnonravintolammikoiden padot	3	C	1976	2008	muut häiriöt	sisäinen eroosio
Voikosken voimalaitos	3	C	1900	2008	ei tiedossa	sisäinen eroosio
Äminneforsin vesivoimalaitos	2	C	1911	2007	sähköhäiriö	altaan liiallinen täyttyminen



Kyselytutkimus häiriötilanteista Suomen padoilla

Tämä on kyselytutkimus, jonka tarkoituksena on kerätä tietoa häiriötilanteista Suomen padoilla. Häiriötilanteella tarkoitetaan padon rakenteellista tai toiminnallista häiriötilannetta, jolla on merkitystä patoturvallisuuden kannalta ja josta saattaa pahimmassa tapauksessa olla seurauksena patovaurio tai jopa onnettomuus. Kerättyä materiaalia voidaan hyödyntää tietolähteenä häiriötilanteiden ennaltaehkäisyssä.

Kysely on osoitettu kaikkien Suomen patojen omistajille, patoturvallisuusviranomaisille, patoturvallisuuden yhdyshenkilöille ja alan asiantuntijoille. Kysely koskee kaikkia Suomen patoja (betoni-, maa-, jäte- ja kaivospadot sekä tulvapenkereet).

Patojen häiriötilanteista löytyy erilaisia dokumentteja ja raportteja. Häiriötilanteista löytyvää tietoa on käytetty apuna mm. erilaisissa koulutustilaisuuksissa. Tämän kyselytutkimuksen avulla on tarkoitus koota erilaiset häiriötilanteet ja niistä löytyvä tieto yhdeksi yhtenäiseksi raportiksi. Raportin on tarkoitus hyödyttää erityisesti patojen omistajia patojen tarkkailun, käytön ja tarkastustoiminnan yhteydessä. Raportti tulee saataville kaikille patojen omistajille, patoturvallisuusviranomaisille, patoturvallisuuden yhdyshenkilöille ja alan asiantuntijoille.

Kattavan raportin aikaansaamiseksi on ensiarvoisen tärkeää, että mahdollisimman moni vastaa kyselyyn. Tarvittaessa tulokset voidaan käsitellä ja raportoida anonyymeinä. Kyselyn tulosten analysointi ja raportointi toteutetaan opiskelijan erikoistytönä kesän 2010 aikana Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksessa.

Pyydämme lähettämään vastaukset sähköpostitse, **viimeistään 23.4.2010** mennessä. Sähköposti: milla.saarinen@ely-keskus.fi tai osoitteeseen: Milla Saarinen, Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Birger Jaarlin katu 13, PL 131, 13101 Hämeenlinna.

Lisätietoa kyselystä antavat:

Milla Saarinen (puh. 040 869 8051 / milla.saarinen@ely-keskus.fi)

Mikko Sulkakoski (puh. 040 842 2645 / mikko.sulkakoski@ely-keskus.fi)

Jokainen vastaus on tarpeellinen.

Kiitos etukäteen merkittävästä avusta!



KYSELYTUTKIMUS HÄIRIÖTILANTEISTA SUOMEN PADOILLA

1. Vastaajan/ vastaajien nimet:

--

2. Vastaajan/vastaajien yhteystiedot:

--

3. Vastaajan edustama ryhmä.

Valitse seuraavista vaihtoehtoista sopivin.

Edustat:

a. padon omistajaa	
b. patoturvallisuusviranomaista	
c. patoturvallisuuden yhdyshenkilöä	
d. alan asiantuntijaa/konsulttia	
e. jotain muuta, mitä?	

4. Havaitut häiriötilanteet.

Häiriötilanteita ovat esimerkiksi

- ylävedenpinnan nousu huomattavasti normaalin HW-tason yläpuolelle esimerkiksi luukkujen tai niitä ohjaavan automatiikan käyttöhäiriön, hyytöongelmien, yläpuolisen padon käyttöhäiriön tai muun syyn seurauksena
- patorakenteen vaurioituminen, joka vaatii välittömiä toimenpiteitä
- poikkeuksellisen tulvan aiheuttama ylävedenpinnan huomattava nousu
- tulipalo padolla

Onko omistamillanne/ valvonnassanne olevilla/ konsultoimillanne padoilla havaittu häiriötilanteita tai "läheltä piti"-tilanteita? Valitse seuraavista vaihtoehdoista sopivin.

a. Kyllä	
b. Ei	
c. En osaa sanoa	

Mikäli vastasitte kyllä, kertokaa häiriötilanteesta tarkemmin alla olevassa taulukossa.

	Vastaus-sarake
a. Padon nimi, jolla häiriötilanne/ "läheltä piti"-tilanne on havaittu:	
b. Tehtiinkö häiriötilanteesta/ "läheltä piti"-tilanteesta ilmoitus patoturvallisuusviranomaiselle?	
c. Padon sijainti:	
d. Padon käyttötarkoitus	
e. Padon luokka: Jos pato on luokittelematon, tulisiko se mielestänne luokitella? Miksi?	
f. Häiriötilanteen/ "läheltä piti"-tilanteen ajankohta (pp.kk.vvvv)?	
g. Mikä häiriötilanteen/ "läheltä piti"-tilanteen aiheutti?	
h. Miten häiriötilanne/ "läheltä piti"-tilanne korjattiin/ miten tilanteeseen reagoitiin?	
i. Millaista vahinkoa häiriötilanteesta/ "läheltä piti"-tilanteesta aiheutui ihmisille?	
j. Millaista taloudellista vahinkoa häiriötilanteesta/ "läheltä piti"-tilanteesta aiheutui?	
k. Mitä muuta vahinkoa häiriötilanteesta/ "läheltä piti"-tilanteesta aiheutui?	
l. Olisiko häiriötilanne/ "läheltä piti"-tilanne mielestäsi voitu välttää? Miten?	
m. Tehtiinkö häiriötilanteesta/ "läheltä piti"-tilanteesta kirjallista raporttia?	

5. Riskikohteet, joissa häiriötilannetta ei vielä ole tapahtunut.

Onko omistamienne/ valvonnassanne olevien/ konsulttoimienne patojen joukossa sellaisia kohteita, joilla häiriötilannetta ei vielä ole todettu, mutta jotka koette erityisen riskialttiiksi häiriötilanteiden muodostumisen kannalta tulevaisuudessa. Rastita seuraavista vaihtoehtoista sopivin.

a. Kyllä	
b. Ei	
c. En osaa sanoa	

Mikäli vastasitte kyllä, kertokaa kohteista tarkemmin alla olevassa taulukossa.

	Vastaus-sarake
a. Padon nimi:	
b. Padon sijainti:	
c. Padon käyttötarkoitus	
d. Padon luokka: Jos pato on luokittelematon, tulisiko se mielestänne luokitella? Miksi?	
e. Miksi koette juuri tämän kohteen riskialttiiksi häiriötilanteiden muodostumisen kannalta? Mikä häiriötilanteen voisi aiheuttaa?	
f. Mitä toimenpiteitä ehdotatte häiriötilanteen muodostumisen ehkäisemiseksi mainitsemallanne padolla?	
g. Millaista vahinkoa mahdollisesta häiriötilanteesta voisi aiheutua ihmisille?	
h. Millaista taloudellista vahinkoa häiriötilanteesta voisi aiheutua?	
i. Mitä muuta vahinkoa häiriötilanteesta voisi aiheutua?	

6. Varautuminen häiriötilanteisiin.

Miten olette/ miten edustamanne yritys/organisaatio on varautunut patojen häiriötilanteisiin?

Ehdotuksenne häiriötilanteiden tai "läheltä piti"-tilanteiden muodostumisen vähentämiseksi ja tilanteisiin varautumisen parantamiseksi:

7. Muut kommentit aiheeseen liittyen.

8. Kuvat ja raportit häiriötilanteista.

Otamme mielellään vastaan myös valokuvia tai kirjallisia dokumentteja häiriötilanteita/ "läheltä piti"-tilanteita koskien.

Valokuvat/ muut dokumentit voi liittää tämä kyselylomakkeen perään ja lähettää sähköpostitse tai paperiversiona osoitteeseen: Milla Saarinen, Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Birger Jaarlin katu 13, PL 131, 13101 Hämeenlinna.