

24.5.2019

PATOJEN HÄIRIÖTILANTEIDEN HALLINTA



24.5.2019

Sisällysluettelo

1	ESIPUHE	3
2	JOHDANTO	5
3	HÄIRIÖTILANTEET	9
3.1	Patoihin liittyviä uhkatilanteita	9
3.2	Tyypilliset häiriötilanteet Suomen padoilla	11
3.3	Häiriötilanteiden luokittelu.....	14
4	VARAUTUMINEN HÄIRIÖTILANTEISIIN.....	15
4.1	Lainsäädäntö	15
4.2	Hyvät käytännöt.....	15
4.2.1	Patoturvallisuuskäytäntö	15
4.2.2	Monitorointi.....	16
4.2.3	Patotarkastukset.....	18
4.2.4	Padon vahingonvaaraselvitys ja turvallisuussuunnitelma	19
4.2.5	Varautuminen tulvatilanteeseen.....	20
4.2.6	Riskitarkastelu/padon kuntoarvio	21
4.2.7	Käytännöt hälyttämisestä ja varoittamisesta	21
4.2.8	Viestintä häiriötilanteissa	22
4.2.9	Häiriötilanteiden harjoittelu	22
4.2.10	Koulutus	24
4.2.11	Turvajärjestelyt	25
5	HÄIRIÖTILANTEIDEN HALLINTA	27
5.1	Häiriötilanteen havaitseminen.....	27
5.2	Rakenteelliset toimenpiteet	27
5.3	Operatiiviset toimenpiteet.....	27
5.3.1	Tulvatilanteen hallinta.....	29
5.3.2	Pelastusviranomaisen toiminta.....	30
5.4	Tapaukset (case studies).....	31
5.4.1	Ilkivaltatapaus Vaajakosken voimalaitoksella, Jyväskylä, 2016	31
5.4.2	Säätötilanteiden luokitteluun liittyviä häiriötilanteita	33
5.4.3	Sisäinen eroosio.....	36
5.4.4	Kaivospatoihin liittyviä häiriötilanteita	41
6	SUOSITUKSET	48
7	YHTEENVETO	49
8	LÄHDELUETTELO	50

24.5.2019

1 ESIPUHE

Suurpadot Suomen osasto ry (FINCOLD) oli perustamassa ICOLDin Euroopan Klubin työryhmää "Management of Dam Incidents" Italiassa huhtikuussa 2013. Työryhmän tarkoituksena oli vertailla patojen häiriötilanteisiin liittyvää lainsäädäntöä Euroopassa sekä kerätä kokemuksia, parhaita käytäntöjä ja kehittää toimia patojen häiriötilanteiden hallintaan.

Vuonna 2015 Euroopan klubin jäsenmaille lähetettiin kysely, jossa tiedusteltiin mm. häiriötilanteiden hallintaan liittyvästä patoturvallisuuslainsäädännöstä, häiriöiden ilmoittamisesta, patoturvallisuuteen liittyvien dokumenttien laatimisesta, viranomaisten roolista häiriötilanteessa, häiriötilanteiden harjoittelusta sekä hyvistä käytännöistä ja tapauksista. Vastauksia saatiin 12 kappaletta: Tšekistä, Ranskasta, Isosta Britanniaasta (Walesista), Yhdistyneistä kansakunnista, Irlannista, Italiasta, Alankomaista, Puolasta, Sloveniasta, Norjasta sekä Suomesta. Lisäksi Euroopan ulkopuolelta saatiin yksi vastaus Brasiliasta.

Euroopan Klubin työryhmän raportin sisällysluettelo hiottiin Helsingissä marraskuussa 2015. Kokoukseen osallistui jäseniä Tšekeistä, Ranskasta, Ruotsista ja Suomesta. Työryhmän raportti valmistui 13.6.2017 ja se esiteltiin ICOLDin Euroopan Klubin kokouksessa Prahassa 2017 (<http://www.fincold.org/kansainvalinen-toiminta-icold-ja-european-club/>).

FINCOLD perusti kansallisen työryhmän käsittelemään patojen häiriötilanteita (Management of Dam Incidents) 24. tammikuuta 2013. Kansallisen työryhmän tarkoituksena oli tukea Euroopan klubin työryhmän työtä sekä kehittää suomalaisia käytäntöjä. Työryhmän tavoitteiksi asetettiin:

- patojen häiriötilanteiden analysointi ja niistä oppiminen
- hyvien patoturvallisuuskäytäntöjen luominen
- mahdollisten pato-onnettomuuksien hallinnan parantaminen
- yhteistyön edistäminen eri osapuolten kesken.

Kansallinen työryhmä on pitänyt kuusi työkokousta: 11.3.2013, 4.2.2014, 15.9.2015, 19.4.2016, 24.10.2017, 3.5.2018 ja 22.11.2018, joissa on käsitelty mm. lainsäädäntöä, pelastusharjoitusten suunnittelua ja harjoituksia sekä patojen häiriötilanteita.

Tämän kansallisen työryhmän raportin tavoitteena on toimia padon omistajan oppaana häiriötilanteiden hallintaan. Patojen häiriötilanteiden hallinta on jaettu kahteen osaan: varautuminen häiriötilanteisiin (luku 4) ja häiriötilanteiden hallinta (luku 5). Varautuminen häiriötilanteisiin käsittää kuvaukset lainsäädännöstä ja hyvistä käytännöistä. Häiriötilanteiden hallinta käsittää häiriötilanteen



24.5.2019

havaitsemisen, rakenteelliset ja operatiiviset toimenpiteet sekä kuvaukset esimerkkitapauksista. Raportissa ei kuitenkaan käsitellä patojen peruskorjauksia. Raportin lopussa on esitetty suosituksia patoturvallisuuden parantamiseksi.

24.5.2019

2 JOHDANTO

Häiriötilanne on tapahtuma, joka voisi johtaa organisaation operaatioiden, palvelujen tai toimintojen menettämiseen tai häiriöön. (Glossary of terms, 2015, vapaa suomennos)

Häiriötilanne

Määritelmä: Häiriötilanne on uhka tai tapahtuma, joka vaarantaa yhteiskunnan elintärkeitä toimintoja ja jonka hallinta edellyttää viranomaisten ja muiden toimijoiden tavanomaista laajempaa tai tiiviimpää yhteistoimintaa ja viestintää.

Huomautus: Häiriötilanteita ovat esimerkiksi vakavat luonnononnettomuudet, kuten myrskytuhot ja vedenpinnan äkillinen nousu. On olemassa myös ihmisen toiminnasta aiheutuvia häiriötilanteita, kuten mellakka ja terrorismi.

Häiriötilanteita voi esiintyä niin normaalioloissa kuin poikkeusoloissakin. Häiriötilanne voi koskea esimerkiksi koko valtakuntaa tai olla alueellinen tai paikallinen. Häiriötilanne voi myös liittyä ainoastaan johonkin toimintoon, esimerkiksi rahaanhuoltoon. Nk. vakava häiriötilanne on vakavampi kuin muu häiriötilanne mutta lievempi kuin poikkeusolot.

Yleiskielessä käytetään usein sanoja kriisi ja katastrofi. Monissa tapauksissa täsmällisempää olisi käyttää termiä häiriötilanne tai poikkeusolot. Esimerkiksi valtioneuvoston varautumisesta vastaava valtioneuvoston kanslia käyttää nykyisin kriisi-sanan tilalla joko termiä häiriötilanne tai poikkeusolot, jotka viittaavat kulloiseenkin tapahtumaan tai tilanteeseen täsmällisemmin.

Lähde: Kokonaisturvallisuuden sanasto (TSK 47, 2014)

Patoturvallisuuden häiriötilanne on uhkaava tilanne tai todellinen, äkillinen tilanne. Tilanne voi syntyä rakenteen vaurioitumisen johdosta, tulvaolosuhteiden takia tai johtuen muista olosuhteista, jotka heikentävät padon toimintaa.

ICOLDin Patoturvallisuus komitea (Dam Safety Committee) on määritellyt, että patojen häiriötilanteet voidaan jakaa kahteen kategoriaan: sortumiin (failure) ja häiriöihin (accident).

ICOLDin pato-onnettomuuksia koskevassa julkaisussa (ICOLD, Dam failures, 1995) että USCOLDin pato-onnettomuuksia käsittelevässä julkaisussa (Lessons from dam incidents, 1988) on häiriötilanteet luokiteltu neljään luokkaan, joista jokaisessa on alaluokkia.

- Sortuminen (Failure)
 - Käytössä olevan padon sortuminen, jonka vuoksi pato on poistettu käytöstä. (F1)

24.5.2019

- Käytössä olevan padon sortuminen, joka onnettomuustilanteessa oli vakava, mutta joka oli mahdollista korjata ja pato saatiin uudelleen käyttöön. (F2)
- Häiriö (Accident)
 - Käytössä olevan padon häiriö, joka ei johtanut vaurioitumiseen nopeiden korjaustoimien ansiosta (kuten välitön vedenpinnan lasku). (A1)
 - Häiriö padolla ensi täytön yhteydessä. Onnettomuus vaati välittömiä korjaustoimenpiteitä, joilla estettiin padon vaurioituminen. (A2)
 - Häiriö padolla ennen padon käyttöönottoa. Tällainen voi olla esimerkiksi perustusten epätavallinen painuma, tukipenkereiden romahtaminen tai liukuminen. Onnettomuudeksi ei lasketa rakentamisen aikana tapahtuvia yleisiä rakennusongelmia ja siirtymiä. (A3)
 - Häiriö tai epätavalliset ongelmat, jotka ovat sattuneet padon yläpuolisessa altaassa ja ovat tapahtuneet projektin operaation aikana, mutta eivät kuitenkaan ole aiheuttaneet patovauriota. (A4)
- Rakentamisen aikaiset vahingot (Damage during construction)
 - Vaurio on sattunut osittain rakennetulle padolle. Työpadon vaurioituminen tai osittain rakennetun padon suunnittelematon ylivirtaus ovat esimerkkejä tällaisesta tilanteesta.
- Suuret korjaukset (Major repair)
 - Laajat ja merkittävät korjaustyöt, jotka ovat tarpeen, koska padon kunto on heikentynyt tai padon toimintaan vaikuttavat ominaisuudet vaativat parantamista. Heikkokuntoisen betonin korjaaminen, vioittuneen padon märän luiskan eroosiosuojauksen kunnostuksen tai rikkoutuneen luukun korjaaminen tai uusiminen ovat esimerkkejä tästä tilanteesta.

Pääsääntöisesti suurin osa häiriötilanteista näkyy varoitusmerkkeinä ennen varsinaista häiriötä. Mikäli nämä varoitusmerkit havaitaan, onnettomuuden välttäminen on mahdollista.

Padon sortuma on tilanne, jossa pato sortuu ja vesi tulvii patoon syntyneestä aukosta. Tätä tilannetta käsitellään vahingonvaaraselvityksessä; syntyvä vahinko on todennäköisesti enintään vahingonvaaraselvityksessä esitetyn suuruisen. Padon sortuma on häiriötilannetta vakavampi onnettomuus.

24.5.2019

Padon sortuma johtuu useimmiten ylivirtauksen aiheuttamasta voimakkaasta ulkoisesta eroosiosta tai padon sisäisen eroosion synnyttämästä eroosiosuonesta. Nämä kattavat noin 80 % sortumista maailmanlaajuisesti. Kolmas merkittävä syy on luiskansortuma, mutta luiskansortuma johtuu usein ulkoisesta tai sisäisestä eroosiosta taikka toimimattomasta kuivatusjärjestelmästä; luiskansortuma onkin usein vain seuraus jostain muusta ongelmasta.

Padon vaurio on padon tai siihen oleellisesti kuuluvan osan vaurioituminen, joka on todellinen häiriötilanne, mutta ei johda tulvimiseen. Vaurion hoitamatta jättäminen saattaa johtaa padon sortumiseen ja tulvaan. Vaurio saattaa johtaa tarpeeseen alentaa voimalaitoksen yläaltaan vesipintaa. Vaurio johtaa nopeammin tai hitaammin suoritettavaan tavanomaista kunnossapitoa suurempaan korjaustoimenpiteeseen. Vaurio saattaa johtaa yhteiskunnassa toimeenpantavaan varotoimenpiteeseen kuten väestön siirtämiseen suojaväistöön (evakuointi), mikä on yhteiskuntaa häiritsevä tilanne; tällainen tilanne edellyttää useiden viranomaistahojen nopeaa yhteistoimintaa.

Patojen vaurioluokitus

Porin kaupunki käyttää patovaurioista kolmeasteista luokitusta. Patojen vaurioluokat ovat:

- vakava vaurio V1
- huomattava vaurio V2
- lievä vaurio V3.

Vakava vaurio (V1) on tilanne, joka mitä ilmeisimmin johtaa laajentuessaan tai pahetessaan padon sortumaan ja tulvaan; kyseessä on siis ilmeinen huomattava vaara patoturvallisuudelle. Korjaustoimenpiteet on aloitettava välittömästi. Patoa vasten olevan veden pintaa on usein syytä alentaa. Tilanne on ilmoitettava välittömästi havaitsemisen jälkeen pelastusviranomaiselle ja patoturvallisuusviranomaiselle. Kaikki voitava tulee tehdä, jotta pato ei sortuisi eikä tulva syntyisi.

Huomattava vaurio (V2) ei ole vielä merkittävä uhka patoturvallisuudelle, mutta saattaa muuttua vakavaksi vaurioksi. Tehostettu tarkkailu on tarpeen. Tilanearvio on syytä antaa ammattilaisten tehtäväksi. Tutkimukset olosuhteiden määrittämiseksi saattavat olla tarpeen. Altaan vesipintaa ei ole tarpeen laskea ainakaan välittömästi. Ilmoitusta pelastusviranomaiselle lähinnä ennakkovaroituksena on syytä harkita annettavaksi. Korjaustoimenpiteet ja niiden toteutusajankohta harkitaan asiantuntijoiden arvion perusteella.

Huoltotien rappeutuminen käyttökelvottomaksi on huomattavan vaurion tasoinen, koska se estää padon huoltotoiminnan vakavan vaurion tapauksessa mutta ei ole itse varsinainen uhka patoturvallisuudelle. Huoltotien kunnostaminen on syytä tehdä nopeutettuna kunnossapitotoimenpiteenä, ei tavanomaisen kunnossapidon yhteydessä.

24.5.2019

Lievä vaurio (V3) on tilanne, jossa padon rakenne tai olosuhteet ovat muuttuneet, mutta tapahtunut muutos ei uhkaa patoturvallisuutta suoranaisesti. Esi-merkkejä ovat vaikkapa:

- liiallinen kasvillisuus, joka haittaa padon tarkkailua tai kunnossapitoa
- padon huoltotien vaatimaton kunto
- padon kuivassa luiskassa tapahtunut verhouksen matala pienialainen sortuma, jos sortuma ei uhkaa laajeta eikä vesi purkaudu ulos luiskasta.

Lievä vaurio voidaan korjata tavanomaisena kunnossapitotyönä. Lievän vaurion kohta tulee ottaa mukaan jatkuvassa tarkkailussa tarkastettaviin kohteisiin, jotta mahdollinen vaurion paheneminen havaitaan.

24.5.2019

3 HÄIRIÖTILANTEET

3.1 Patoihin liittyviä uhkatilanteita

Patoihin liittyvät uhkatekijät voivat johtua ulkoisista tai sisäisistä tekijöistä.

Ulkoisia uhkatekijöitä voivat olla esimerkiksi tulva, aallot, jää ja paineellinen pohjavesi. Lisäksi ihmisen toiminta voi aiheuttaa ulkoisen uhan esimerkiksi inhimillinen erehdys, rikollinen toiminta, sabotaasi, terrorismi ja sotatoimet.

Sisäiset uhkatekijät liittyvät usein padon ikääntymiseen. Maapadoilla ehkä merkittävin uhkatekijä on sisäinen eroosio, joka voi tapahtua maapadon läpi tai perustusten kautta. Syynä voi olla tiivistyssydämen materiaalin ja suodatinrakenteen puutteet. Muita selityksiä sisäiselle eroosiolle ovat esimerkiksi patomoreenin routiminen, rikkonaisen kallion puutteellinen tai puuttuva injektointiverho. Luiskan stabiliteettiongelmat voivat olla myös seurausta sisäisestä eroosiosta.

Betonipatojen stabiliteettiongelmat voivat johtua esimerkiksi mitoitusta suuremmista jääkuormista tai kohonneesta nostekuormituksesta.

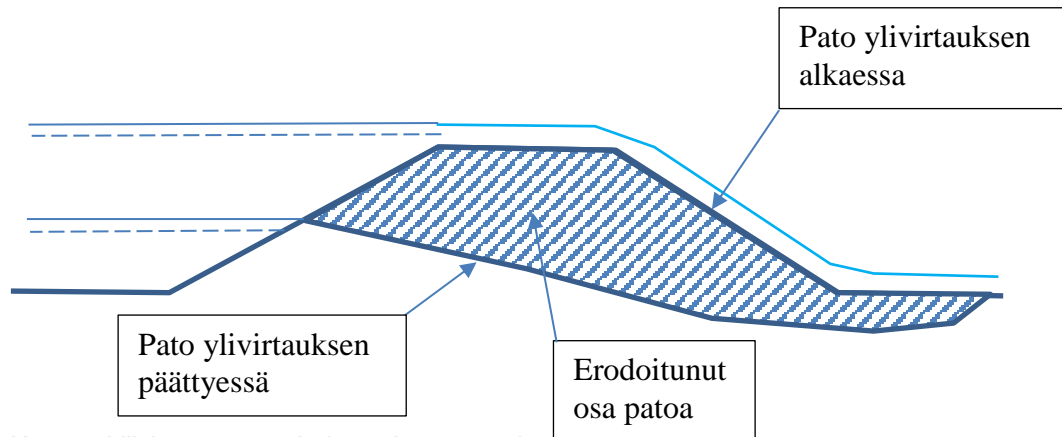
Tulvaluukkujen purkukyky saattaa olla riittämätön tai tulvaluukuilla voi tapahtua toimintalaitteen häiriö (vikaantuminen), joka voi johtaa edelleen ylivirtaukseen.

Kaivospadoilla tärkeää huomioida padotun aineen läjittäminen. Rikastushiekka-altailla tulee estää vapaan veden pääsy padon luiskaa vasten ja välttää liiallisen veden säilöminen kaivosten jätealtilailla (rikastushiekka-altaat ja sakka-altaat). Näillä toimenpiteillä estetään mm. sisäistä ja ulkoista eroosiota.

Ulkoinen eroosio

Padon pintaosan kulumista ja pois kulkeutumista nimitetään ulkoiseksi eroosioksi. Vaarallisimman tilanteen muodostaa ylivirtaus, joka johtuu yksinkertaisesti vesipinnan noususta padon harjan yläpuolelle ja joka saattaa kuluttaa padon pois hyvin nopeasti. Myös voimakas aaltoilu padon harjan yli saattaa johtaa vastaavanlaiseen tilanteeseen. Muita ulkoista eroosiota aiheuttavia ilmiöitä ovat ainakin jään ja aallokon vaikutus ns. märkää luiskaan, rankkasade ja lumen sulaminen sekä liikenne padolla. Ylivirtauksen aiheuttama tilanne esitetään kuvassa 1. Asiallisella vesistönsäännöstelyllä ja padon rakenteella sekä säätilan ennakoinnilla on syytä pyrkiä siihen, että ylivirtausta tai aaltojen lyöntiä yli padon harjan ei tapahdu. On otettava huomioon, että poikkeukselliseen säätilaan varautuminen altaan vesipintaa laskemalla saattaa johtaa häiriöön esimerkiksi sähköntuotannossa tai poikkeukselliseen vedenkorkeuteen muualla vesistössä.

24.5.2019



Kuva 1. Ylivirtaus, eroosio ja padon sortuminen.

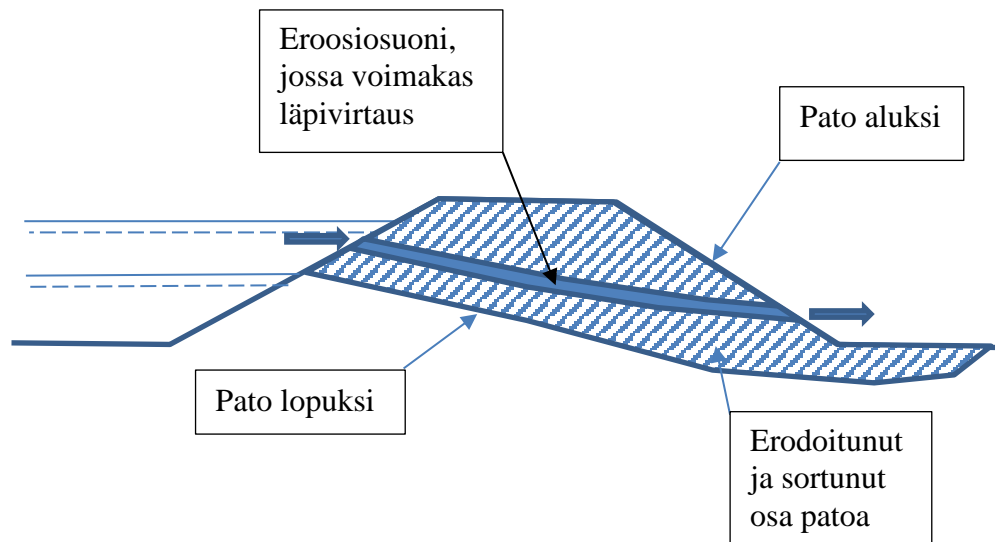
Sisäinen eroosio

Padon sisällä sekä maa- ja kalliopohjassa tapahtuvaa maa-aineksen erottumista ja kulkeutumista nimitetään sisäiseksi eroosioksi. Sisäinen eroosio johtuu useimmiten puuttuvista tai puutteellisista suodatinvyöhykkeistä, jolloin suodatettavaksi tarkoitetun suodatinta hienorakeisemman vyöhykkeen kiviaines pääsee purkautumaan karkeampaan vyöhykkeeseen taikka ulos padosta, maaperästä tai kalliosta. Toinen sisäisen eroosion prosessi on tiivistyssydämen vettyminen, jolloin suotovirtaus tiivistyssydämen läpi kasvaa. Tällöin suodatinrakenne ei välttämättä kestä virtauksen rasitusta ja suodattimessa alkaa eroosio.

Sisäisen eroosion tapahtumista edesauttavat ainakin padon epätasainen painuma ja padossa tapahtuvat muodonmuutokset sekä niistä johtuva halkeilu ja löyhtyminen, kerrosrouta ja routahalkeamat, rakennekerroksien lajittunut tai lajittumaan pyrkivä epästabiili kiviaines sekä puutteellisesti toimiva kuivatusjärjestelmä. Padon alla olevassa perustassa eli maa- ja kalliopohjassa tapahtuvaa sisäistä eroosiota saattavat voimistaa edellä mainittujen lisäksi riittämätön tai puuttuva tiivistyssydämen alapuolinen injektointiverho tai katkaisuseinä ja rikkonainen kallio.

Sisäinen eroosio johtaa pahimmillaan padon ja/tai perustan läpäisevän eroosiosuonen muodostumiseen eli ns. piping-ilmiöön, jolloin padon ja/tai perustan läpi on muodostunut vettä johtava reikä. Tällaisen reiän päällä oleva pato romahtaa useimmiten, mikä johtaa padon sortumiseen ja tulvaan. Tilannetta kuvataan kuvassa 2.

24.5.2019



Kuva 2. Padon läpi muodostunut eroosiosuoni ja padon sortuminen.

Luiskansortumat ja muut syyt

Padon luiskansortumia tapahtuu useimmiten rakennusaikana. Tällöin kyseessä on useimmiten joko liian jyrkkä luiska taikka tiivistämisestä, sateesta tai kaste-lusta johtuva liian suuri huokospaine. Työnaikainen sortuma ei kuitenkaan johda yleensä tulvaan.

Käytönaikainen luiskansortuma tapahtuu useimmiten joko altaan puolelle nopean vesipinnan alenemisen yhteydessä tai kuivalle puolelle sään kuten rankkasateen sekä lumen ja roudan sulamisen vaikutuksesta. Myös huonosti toimiva kuivatusjärjestelmä saattaa johtaa luiskansortumaan, mutta tällöin sortuma on vain seuraus muista ongelmista. Kuivatusjärjestelmä on saattanut tukkeutua monen eri syyn tähden; näistä yksi on sisäisen eroosion kuljettama hieno maa-aines, joka on saostunut salaojaputkeen.

Altaan täytöstä aiheutuu yleensä huokosvesipaineen nousua padon alla ja kuivalla puolella. Tällainen paineellinen pohjavesi voi aiheuttaa niin padon kuivan luiskan sortumisen kuin myös sortuman ulottumisen maapohjaan padon alle.

3.2 Tyypilliset häiriötilanteet Suomen padoilla

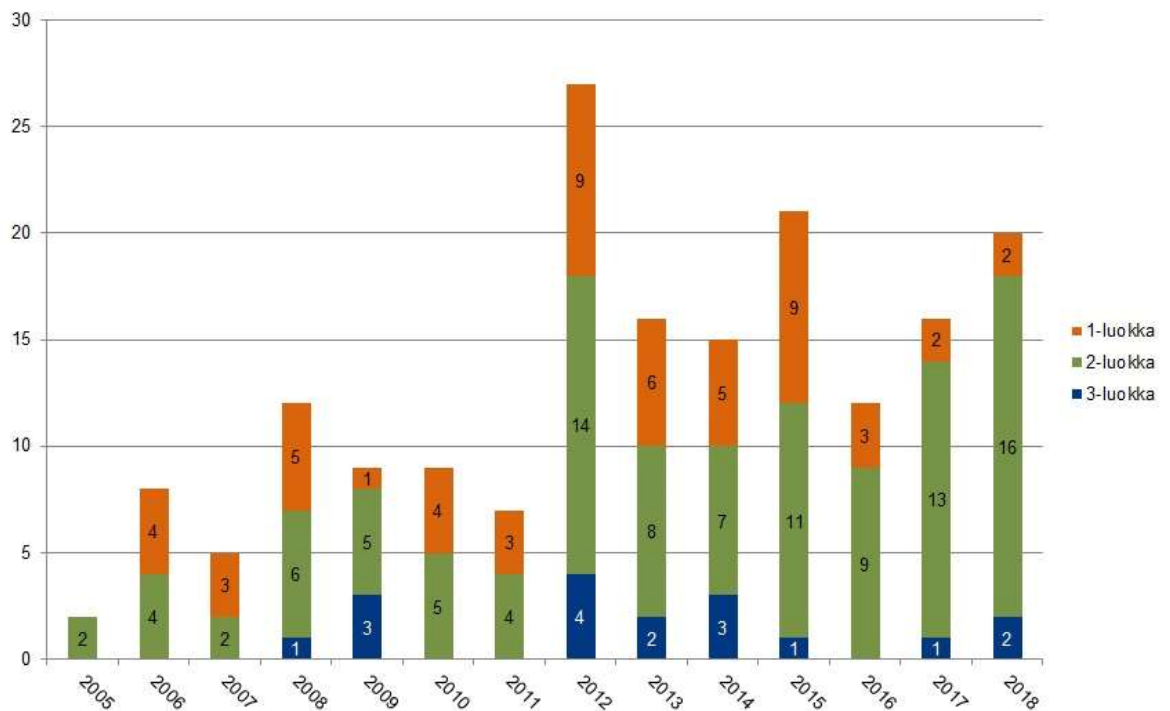
Patoturvallisuuslain 27 §:n mukaan padon omistaja on velvollinen ilmoittamaan padon häiriötilanteesta viipymättä patoturvallisuusviranomaiselle. Tämä velvollisuus astui voimaan 2009 uudistetun patoturvallisuuslain myötä. Aikaisempia

24.5.2019

häiriötilanteita on esitetty mm. Risto Kirveen raportissa Häiriötilanteet Suomen padoilla (2010).

Viranomaisen tietoon tulleiden häiriötapausten määrät ovat vaihdelleet vuosittain. Ennen vuotta 2009 tapahtuneista häiriötilanteista osa on tullut viranomaisen tietoon lähinnä määräaikaistarkastusten yhteydessä. Tällä hetkellä häiriötilanteita ilmoitetaan oletettavasti melko hyvin. Osa tilanteista tulee kuitenkin edelleen viranomaisen tietoon vasta määräaikaistarkastusten yhteydessä. On myös todennäköistä, että kaikkia häiriötilanteita ei ilmoiteta.

Patoturvallisuusviranomaisella on käytössä patoturvallisuuden tietojärjestelmä, joka sisältää tiedot kaikista luokitelluista padoista. Tähän järjestelmään tallennetaan myös tiedot patojen häiriötilanteista. Viranomainen laatii ja kokoaa tilastot häiriötilanteista vuosittain (kuva 3). Tiedot julkaistaan patoturvallisuuden verkkosivuilla.



Kuva 3. Viranomaisen tietoon tulleiden patojen häiriöt vuosina 1997-2018.

Vuonna 2018 ilmoitettuja häiriötilanteita tallennettiin 20 kappaletta. Häiriötilanteista 30 % koski luokkujen toimintahäiriöitä, 15 % sisäistä eroosiota ja 10 % ilkivaltaa.

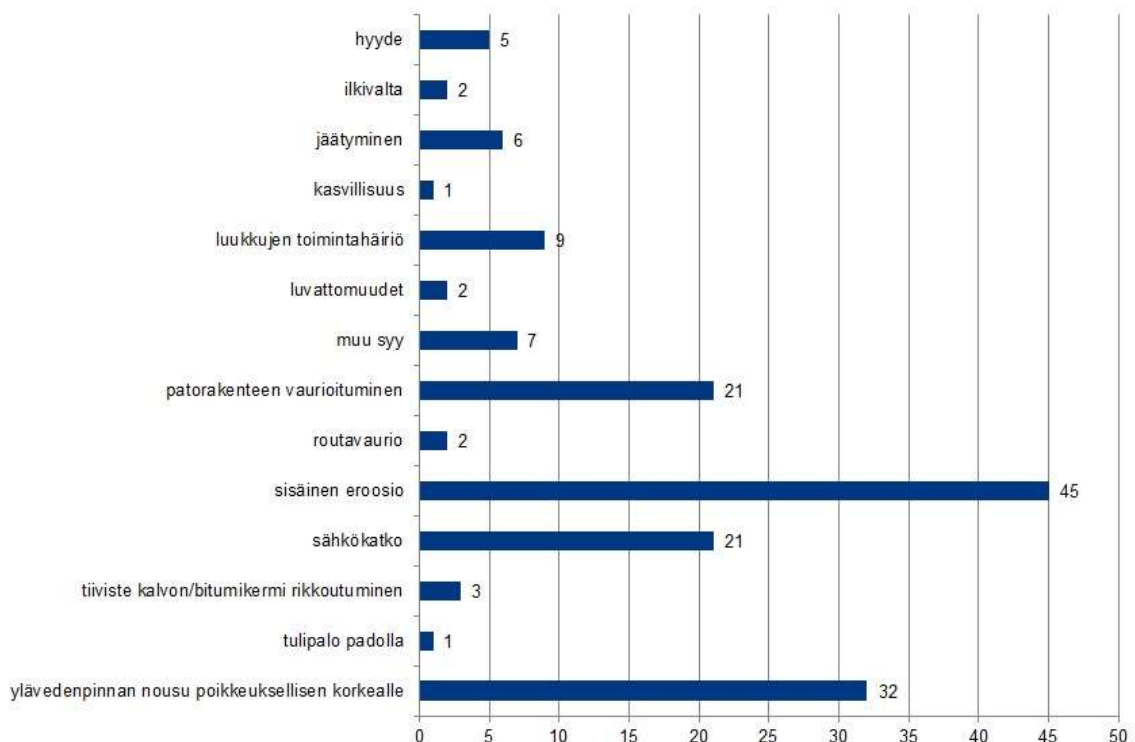
Sisäinen eroosio on ollut yksi merkittävimmistä häiriötilannetyypeistä Suomessa aiheuttaen massiivisimpia korjaustöitä. Suomessa on ilmennyt myös lu-

24.5.2019

kuisa määrä erilaisia muita patorakenteen vaurioitumisia, ylävedenpinnan nousuja poikkeuksellisen korkealle sekä sähkökatkoksia, jotka ovat aiheuttaneet luukkujen toimimattomuuden. (kuva 4)

Sisäinen eroosio on ollut yleinen häiriötilanne Pohjoismaisissa moreenipaadoissa. Norjassa on tiedossa useita sisäiseen eroosion liittyvää tapausta. Ruotsissa vuosina 1950-1980 rakennetuista maapadoista noin joka kolmannella maapadolla (27 kpl) on ollut ongelmia sisäisen eroosion suhteen. Yhtenä syynä näihin ongelmiin on pidetty puutteellista suodatinta, jonka raekoolle ei ollut asetettu rajoituksia. Suodattimissa on tapahtunut erottumista ja suodattimien hiekkapitoisuus on usein riittämätön [European Working group on Internal Erosion in Embankment dams, 1998, Laasonen & Autio, 2010].

Kaikki viranomaisen tietoon tulleet häiriötilanteet on kirjattu patoturvallisuuden tietojärjestelmään ja ne listautuvat järjestelmästä koottuihin taulukoihin. Kuvassa 3 on esitetty viranomaiseen tietoon tulleiden häiriöiden syyt vuosilta 2005-2017. Yläveden nousu poikkeuksellisen korkealle on ollut hyvin yleinen häiriösy. Näistä tapauksista kuitenkin noin puolet on hyvin merkityksettömiä, joten niiden jättämistä pois raportoinnista on harkittu. (kuva 4)



Kuva 4. Viranomaisen tietoon tulleiden häiriöiden syyt vuodilta 2005-2018.

Häiriötilanteiden ilmoittamista varten on laadittu kaavake. Kaavake löytyy patoturvallisuuden verkkosivuilta sekä patoturvallisuuden tietojärjestelmästä.

24.5.2019

3.3 Häiriötilanteiden luokittelu

Patoturvallisuuden tietojärjestelmään kirjattuja häiriötilanteita ei luokitella. Patoturvallisuuden valvonnan ja kehittämisen kannalta häiriöiden luokittelu olisi tärkeää.

Tässä raportissa esitetään häiriötilanteet luokiteltavaksi kahteen ryhmään:

- vaurioihin ja
- toimintahäiriöihin.

Kummassakin ryhmässä häiriötilanteet on jaettu vakavuudeltaan kolmeen luokkaan.

Lähtökohtana vaurioiden luokittelussa käytetään edellä esitettyä Porin kaupungin jakoa (kappale 2):

- vakava vaurio V1
- huomattava vaurio V2
- lievä vaurio V3.

Toimintahäiriöt esitetään jaettavaksi kolmeen luokkaan:

- vakava toimintahäiriö T1
- huomattava toimintahäiriö T2
- lievä toimintahäiriö T3.

Vakava toimintahäiriö (T1) on tilanne, joka mitä ilmeisimmin johtaa padon vaurioon, mikäli toimintahäiriötä ei saada todettua ja korjattua. Mekaanisten ja sähköisten toimilaitteiden häiriö voi johtaa luukkujen virheelliseen käyttöön, joka voi johtaa ylivirtaukseen. Alueellinen sähkökatkos voi olla myös vakavan toimintahäiriön syynä.

Huomattava toimintahäiriö (T2) on vakavaa vähäisempi tapahtuma. Toimintahäiriö voidaan korvata esimerkiksi muiden luukkujen käytöllä tai redundanttisella järjestelmällä.

Lievä toimintahäiriö (T3) voi olla vähäinen tapahtuma, jolla ei ole vaikutusta patoturvallisuuteen. Esimerkkinä voi olla koneaseman pikasulusta aiheutuva äkillinen lyhytaikainen vedenpinnan nousu.

Menetelmää on testattu luokittelemalla kappaleessa 5.4 esitetyt Case tapaukset yllä esitettyihin luokkiin.

24.5.2019

4 VARAUTUMINEN HÄIRIÖTILANTEISIIN

4.1 Lainsäädäntö

Lainsäädännöllä voidaan taata hyvät patoturvallisuuskäytännöt ja mahdollisuudet varautua häiriötilanteisiin. Suomen lainsäädäntö on hyvällä tasolla ja vastaa eurooppalaisia käytäntöjä (ICOLD European Club, 2017). Tätä puoltaa myös se, että vaikka häiriötilanteita esiintyy vuosittain, on vakavilta onnettomuuksilta vältytty. Suomen patoturvallisuuteen lainsäädäntö perustuu patoturvallisuuslakiin (494/2009), valtioneuvoston asetukseen patoturvallisuudesta (319/2010) sekä patoturvallisuusoppaaseen (2012).

Yhtenä kehittämiskohteena on kuitenkin pelastustoimen lainsäädäntö, jossa alueen pelastustoimelle ei anneta varautumisvelvoitetta 1-luokan vesistöpatojen tai esimerkiksi suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavien vesistöpatojen onnettomuustilanteeseen. Pelastuslain (379/2011) 48 §:n mukainen ulkoisen pelastussuunnitelman laatimisvelvoite koskee mm. tiettyjen kaivannaisjätteen patoja, mutta ei vesistöpatoja. Edellä mainittua puutetta korvaa jossain määrin pelastuslain 28 §:n vaatimus, jonka mukaan pelastustoimen palvelutason on vastattava paikallisia tarpeita ja onnettomuusuhkia. Aivan huomiotta vesistöpatoja ja mahdollisia pato-onnettomuuksia ei voi jättää.

Suomen patoturvallisuuslaki lähtee siitä, että laki koskee kaikkia patoja. Lain mukaan pato on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei sen käyttämisestä aiheudu vaaraa turvallisuudelle (7 §). Padon omistaja on velvollinen pitämään padon sellaisessa kunnossa, että pato toimii suunnitellulla tavalla ja on turvallinen. (15 §) Lisäksi patoa tulee käyttää siten, että käytöstä ei aiheudu vaaraa ihmishengelle ja terveydelle. (16 §) Patoturvallisuuslaki määrittelee patojen luokittelun sen mukaan, miten se onnettomuuden sattuessa voi aiheuttaa vaaraa. Luokiteltuja patoja koskien on patoturvallisuuslainsäädännössä useita velvoitteita.

4.2 Hyvät käytännöt

Tässä kappaleessa on esitetty hyviä käytäntöjä. Suomessa osa näistä käytännöistä tulee suoraan lainsäädännöstä. Toki lainsäädäntö ei välttämättä takaa sitä, että tehtävä hoidetaan hyvän käytännön mukaisesti. Nämä käytännöt ovat kuitenkin tärkeitä tekijöitä padon häiriötilanteiden hallinnassa.

4.2.1 Patoturvallisuusdokumentointi

Patoturvallisuusdokumentointi on kaksiosainen. Vuonna 2009 uudistetun patoturvallisuuslain myötä lakiin nostettiin patoturvallisuuden tietojärjestelmä patotietojen ensisijaiseksi tallennuspaikaksi. Nykyisen tietojärjestelmän kehitys alkoi ja se otettiin käyttöön vuonna 2012. Patoturvallisuuden tietojärjestelmä onkin tällä hetkellä pääasiallinen patoturvallisuuden asiakirjojen säilytyspaikka. Tämän lisäksi patoturvallisuusviranomaisen ja padon omistajan tulee säilyttää

24.5.2019

patojensa tietojärjestelmän ajantasaiset tulosteet sekä muut padon turvallisuuden kannalta tärkeät asiakirjat siten, että ne ovat mahdollisissa häiriötilanteissa nopeasti saatavilla (patoturvallisuuskansio).

Padon omistajan on huolehdittava siitä, että kaikki tarvittavat tiedot ja dokumentit löytyvät hänen lisäkseen myös padolta ja/tai padon valvonnasta vastaavan tahon hallusta. Tietojärjestelmä helpottaa tietojen saatavuutta, mutta on otettava huomioon myös mahdolliset ongelmat häiriötilanteen sattuessa internetin käytössä. Oleellisten dokumenttien, kuten yhteystietojen, tarkkailuohjelman ja turvallisuussuunnitelman saatavuus ja ajantasaisuus tulee varmistaa. Patoturvallisuuskansio on hyvä laatia selkeäksi kokonaisuudeksi, josta oleelliset tiedot löytyvät helposti.

Padon häiriötilanteessa tietojen saatavuus voi olla hyvinkin haasteellista ja tämä on varmistettava. Haasteita lisää myös vastuuhenkilöiden loma-ajat ja vastuuhenkilöiden vaihtuminen.

Hyvä käytännön esimerkki: Padon dokumentaatio tulee olla verkkopalvelussa, josta se on helposti eri henkilöiden käytettävissä. Järjestelmien toimintomuuteen tulee varautua tallentamalla padon dokumentaatio esimerkiksi muistitikuille, joita säilytetään vastuuhenkilöillä. Paperikansio ja muistitikku on hyvä sijoittaa padolle, mikäli mahdollista.

Padon vastuuhenkilön on oltava asiantuntija. Hänen on tiedettävä, mitä padolla tarkkaillaan, miten toimitaan kussakin tilanteessa sekä keneen on otettava yhteys ongelmatilanteissa. Padon omistaja on velvollinen huolehtimaan, että padosta vastuussa olevalla henkilöllä on riittävä tietotaito.

4.2.2 Monitorointi

Patoturvallisuuslain mukaan jokaiselle luokitellulle padolle on laadittava padon tarkkailuohjelma. Tarkkailuohjelman laatii riittävän pätevä asiantuntija. Tarkkailuohjelman on sisällettävä padon jatkuva tarkkailu, padon tarkkailu erityisten rasisusten aikana (kuten tulvatilanne), padon vuositarkastuksen (1- ja 2-luokan padot) sekä padon määräaikaistarkastukset. Tarkkailuohjelman sisältö tarkastetaan ainakin viiden vuoden välein määräaikaistarkastusten yhteydessä.

Suomen padoilla monitorointilaitteiden käyttö on maltillisempaa kuin monissa muissa maissa. Tämä johtuu muun muassa siitäkin seikasta, että Suomessa seisminen toiminta (maanjäristykset) on hyvin vähäistä. Yleisesti padoista seurataan suotovesimääriä sekä pohjavesien pintoja padon taustalla. Reaaliaikainen monitorointi on kuitenkin lisääntynyt ja vaikuttaa edelleen lisääntyvän. Esimerkiksi GPS pohjaiset korkeusmittaukset ja automaattiset suotovesimittaukset ovat nykyaikaisia ja kohtuuhintaisia järjestelmiä padon monitorointiin.

24.5.2019

Suotovesimittauksien automatisoinnin osalta hyvänä puolena on, että sillä voidaan parantaa monitorointia koko patojaksolla. Päivittäinen data parantaa padon käyttäytymisen tulkintaa. Tiheällä ja pitkällä mittausdatalla voidaan arvioida padon kuntoa ja sen muutosta. Kasvava suotovesitrendi on mahdollinen merkki kiihtyvistä suotautumisesta. Suotovesienmittauksen automatisointi voidaan kustannustehokkaasti usein integroida padon suotovesijärjestelmään.

Pohjavesiputkien automatisointikohteiden valinnassa tulee ottaa huomioon padon rakentamisen aikainen historia. Automatisointi kannattaa aloittaa potentiaalisista ongelmapaikoista. Pohjavesiputkien haasteena on hyvin paikallinen tieto.

Monitorointilaitteiden lisäämisellä ei voida korvata patotarkkailijan tekemää visuaalista tarkkailua, mutta jatkuvalla seurannalla parannetaan datan laatua. Oire padon häiriötä voi tulla myös muualle kuin automatisoituihin kohteisiin. Reaaliaikainen mittaus mahdollistaa reaaliaikaiset hälytykset, mikäli mitattava suure ylittää normaalin rajan. Pitkänlinjan seurannassa saadaan myös vähennettyä mittausepävarmuutta ja poistettua mahdollisten hetkellisten piikkien aiheuttamat nousut. Tällainen on esimerkiksi sateen hetkellinen vaikutus.

Lisättäessä patojen monitorointia on syytä arvioida samanaikaisesti kaikki mitaustarpeet, kuten suotovesien virtaamamittaus tai pohjavesiputkien pinnanmittaus. Näistä kohteista kannattaa hyödyntää myös lämpötila. Vertaamalla padotetun veden lämpötilaa, suhteessa aikaan ja monitorointipisteen veden lämpötilaan, voidaan arvioida suotautumista.

Tarkkailu on päätekijä työssä, jolla taataan patojen turvallisuus. Hyvä kunto takaa myös sen, että poikkeukselliset tilanteet, kuten tulvat ja rankkasateet eivät aiheuta padolla häiriötä. Tarkkailun ohella tärkeässä roolissa on kunnossapito.

Monitoroinnin lisäksi on tärkeää suunnitella tulosten seuraaminen. Yhtä tärkeää kuin mittaaminen on tuloksien seuranta ja niiden analysointi.

Monitorointilaitteita ja menetelmiä on edellä mainittujen lisäksi lukuisia muitakin kuten valokuitu, huokoispaineanturi, erilaiset anturit maanliikkeeseen perustuen, sähkömagneettinen luotaus jne. Näiden menetelmien osalta on hankalaa antaa yleispäteviä ohjeita, vaan ne tulee suunnitella padon teknisen rakenteen ja mahdollisen ongelmapaikan mukaan.

Hyvä käytännön esimerkki: Pohjavesiputkien automatisoinnissa putkilinjan automatisointi voi olla hyvä ratkaisu. Padon putkilinjan mittaustuloksia seurataan suhteessa padon poikkileikkaukseen. Parhaimmillaan seuranta kohteet ovat maapadon tiiviissä osassa, suodattimessa, maapadon pohjassa ja kuivan luiskan juuressa. Kun tiedot sijoitetaan padon poikkileikkaukseen, saadaan käsitys padon suotovesien liikkeestä. Näin nähdään esimerkiksi, ohjautuuko huokosvesipaine suodattimeen kaikilla vesipinnoilla.

24.5.2019

Kaikkien monitorointituloksien tallentamiseen suositellaan tietojärjestelmää. Tiedon seuraaminen ja jäsentäminen on helpompaa ja visuaalisempaa järjestelmän avulla.

4.2.3 Patotarkastukset

Patojen määräaikaistarkastukset järjestetään vähintään viiden vuoden välein. Padon omistaja tai omistajan palkkaama konsultti pitää tarkastuksen ja patoturvallisuusviranomaisella sekä pelastusviranomaisella on oikeus osallistua tarkastukseen. Padon määräaikaistarkastusta varten on laadittu yleinen asialista, jonka mukaan tarkastus tehdään, ellei määräaikaistarkastusta varten ole laadittu erillistä asialistaa. Betonipatojen vedenalaiset rakenteet on tarkastettu 5-10 vuoden välein. Sukellustarkastusten ohelle on noussut tarkastusmenetelmäksi erilaiset luotaukset ja skannaukset, jolloin laajempia alueita voidaan tarkastella nopeasti. Tällöin sukeltajaa voidaan kuitenkin tarvita todetun vauriokohdan selvittämiseksi tarkemmin. Mahdollisuus altaan tyhjentämiseen on harvinaista, mutta mahdollisuuksien mukaan hyödyllistä. Hyvänä käytäntönä voisi olla myös maapatorakenteiden vedenalaisten rakenteiden tarkastus. Vedenalaisista rakenteiden heikkouksista on syntynyt joitakin häiriötilanteita ja korjaustarpeita.

Patoturvallisuusviranomaisen lähettää alkuvuodesta ilmoituksen kaikille niille padon omistajille, joiden tulee järjestää tarkastus kyseisen vuoden aikana. Padon omistaja ja viranomaisen sopivat tarkastuspäivän.

Patojen määräaikaistarkastusten yhteydessä tarkistetaan myös padon luokitus. Luokan muuttumiseen voi vaikuttaa esimerkiksi se, että padon alapuolelle on rakennettu asutusta. Suomessa patojen ja niille laadittujen tulva-aaltolaskelmien tulosten merkitseminen karttoihin ei ole riittävää. Tätä olisi hyvä tarkentaa virallisessa kaavoituksessa, jotta vältettäisiin tietämätön rakentaminen vahingonvaara-alueille. Rakentaminen (esimerkiksi louhinta) voi vaarantaa myös itsessään patoturvallisuutta. Suomen ympäristökeskuksen tulvakarttojen yhteydessä on esitetty 1-luokan patojen merkittävimmät vahingonvaara-alueet. Patojen vahingonvaara on kaavoitusta ja rakentamista suunnitteleville usein tuntematon käsite ja näin padon omistajan sekä myös kaavoituksesta, rakentamisesta ja patoturvallisuudesta perillä olevan pelastusviranomaisen on oltava valppaana padon vahingonvaara-alueen suhteen. Tämä koskee erityisesti tulvavapenkeriä, mutta myös muita patoja.

24.5.2019

4.2.4 Padon vahingonvaaraselvitys ja turvallisuussuunnitelma

Padosta aiheutuvan vahingonvaaran selvittämiseksi 1-luokan padon omistajan on laadittava selvitys padosta ihmisille ja omaisuudelle sekä ympäristölle aiheutuvasta vahingonvaarasta (vahingonvaaraselvitys). Vahingonvaaraselvityksessä:

- 1) kuvataan veden tai muun padotun aineen leviäminen padon sortuessa kohdista, joissa sortumasta aiheutuu suurin vahingonvaara
- 2) määritetään padon sortumisesta aiheutuvan tulvan suurin peittävyys (patosortuman tulvavaara)
- 3) selvitetään patosortuman tulvavaaran alueella olevat vahinkokohteet
- 4) arvioidaan vahinkokohteille veden tai muun padotun aineen virtauksesta, syvyydestä tai aineen laadusta johtuen aiheutuva vahinko.

Jos padon luokan selvittämiseksi tai turvallisuussuunnitelman ja pelastustoimen suunnitelman laatimiseksi on tarpeen, tulva-aallon eteneminen on selvitettävä tarvittavin laskelmin esimerkiksi maastomallin avulla. Tämä ei siis kuitenkaan välttämättä ole aina tarpeen.

1-luokan padon omistaja on velvollinen laatimaan padolleen turvallisuussuunnitelman. Valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta ohjeistaa, että padon turvallisuussuunnitelmassa esitetään padon omistajan:

- 1) toimenpiteet häiriötilanteissa onnettomuuden ehkäisemiseksi sekä vahinkojen ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi padolla
- 2) toimenpiteet ihmisten, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseksi onnettomuudelta
- 3) toimenpiteet onnettomuudesta ilmoittamiseksi.

Suunnitelmassa esitetään myös onnettomuuden torjuntaan varattava materiaali ja kalusto sekä käytettävissä oleva henkilöstö.

Jätepadon turvallisuussuunnitelmassa esitetään lisäksi padotun aineen laatu, vaaraa aiheuttavat ominaisuudet, määrä, pitoisuudet, kulkeutuminen ja muuttuminen sekä muut padon erityispiirteet.

Turvallisuussuunnitelman ajantasaisuus on erittäin tärkeää häiriötilanteiden hallintaa ajatellen. Esimerkiksi yhteystiedot ovat erittäin tärkeä osa turvallisuussuunnitelmaa ja niiden ajantasaisuus on tärkeää. Turvallisuussuunnitelman ajantasaisuus onkin tarkastettava vuosittain padon vuositarkastuksen yhteydessä. Vahingonvaaraselvityksessä ja turvallisuussuunnitelmassa on hyvä tarkastella tilanne ihmisten, omaisuuden ja ympäristön lisäksi myös yhteiskunnan kannalta, mikä esimerkiksi YVA lainsäädännössä on otettu huomioon.

24.5.2019

Hyvä käytännön esimerkki: Veden leviämiskartat kannattaa tallentaa GIS muodossa siten, että alueen alapuolen vahinkokohteet on mahdollista ajaa rakennustietokannasta helposti. Karttamateriaalit kannattaa tulostaa esimerkiksi PDF muotoon melko korkearesoluutioisena. PDF-kuvan tasojen käyttö mahdollistaa eri skenaarioiden vertaamisen pohjakartalla.

4.2.5 Varautuminen tulvatilanteeseen

Tulva on merkittävin luonnonvoima, joka voi aiheuttaa häiriötilanteen padolla. Tulvatilanteen aiheuttajana voi olla myös merenpinnan nousun aiheuttama tulva tai jääpadot. Suomen ympäristökeskuksen ja Ilmatieteenlaitoksen muodostama Tulvakeskus valvoo ja tiedottaa tulva-asioissa. Tiedotteet löytyvät tulvakeskuksen verkkosivuilta. Suomessa käytössä oleva vesistömalliennuste on järjestelmänä poikkeuksellisen hyvä. Se kertoo hyvin todennäköisen ennusteen ja auttaa näin padon omistajaa työssään.

Suomessa on perustettu myös vesistöjen säännöstelyn neuvottelukuntia (esimerkiksi Kokemäenjoen alueen säännöstelyjen neuvottelukunta). Neuvottelukunnat kokoontuvat muun muassa arvioimaan tulevaa tulvatilannetta sekä tulvatilanteessa tarvittaessa yhdessä pohtimaan torjuntakeinoja. Neuvottelukuntaan kuuluu vesistöalueen ELY-keskuksen säännöstelystä vastaavien lisäksi mm. vesistön suurimpia toimijoita eli vesivoimalaitoksia.

Erityisiä tulvatilanteita Suomen olosuhteissa aiheuttavat jääpadot, hyytö, hyydepadot sekä pohjajää. Viimeaikojen talviolosuhteet ovat olleet jääpadoille suotuisat, kun riittävän pitkiä pakkasjaksoja ei talvisin ole ollut. Erityinen ongelma syntyy, jos jääpato muodostuu lähelle tulvapengertä. Hyytö voi aiheuttaa merkittäviä ongelmia esimerkiksi voimalaitospadon luukkuihin.

Ilmatieteenlaitos antaa varoitukset voimakkaasta aallokosta, tuulesta sekä rankkasateista. Kohtalaisen rankka sade on sadesummaltaan 50 – 60 mm ja rankka on yli 60 mm.

Padon omistajan tulee varautua poikkeuksellisiin sääoloihin ja käyttää ennakkoivasti mahdollisia "työkaluja". Tällainen työkalu on muun muassa veden pinnan alentaminen luvan sallimissa rajoissa. Luukkurakenteiden käytön on oltava aina mahdollista ja näin ollen esimerkiksi on oltava olemassa järjestelyt luukkujen sulattamiseen tarvittaessa. Poikkeusolosuhteisiin varautumiseen kuuluu myös yhteistyö vesistöalueen toimijoiden kesken. Yhden toimijan toiminta saattaa aiheuttaa haasteita alapuolella.

Hyvä käytännön esimerkki: Luukkujen käyttö- ja lämmityslaitteiden kunto ja käytettävyys tarkastetaan ja testataan syksyllä ennen talvea, jotta luukut ovat toimintakuntoisia talvella ja tulvan aikana.

24.5.2019

4.2.6 Riskitarkastelu/padon kuntoarvio

Suomessa ei ole varsinaisesti käytössä patojen riskinarviointikäytäntöjä siinä määrin kuin maailmalla. Suurimmilla padon omistajilla on kuitenkin käytössä menetelmiä riskinarviointiin. Menetelmät ovat yhtiöiden sisäisiä.

Patoturvallisuuslaki toteaa, että pätevyysvaatimukset täyttävän asiantuntijan on arvioitava padon kunto padon määräaikaistarkastuksen yhteydessä. Mikäli määräaikaistarkastuksessa ei voida riittävästi varmistua siitä, että pato täyttää sille asetetut turvallisuusvaatimukset, on padon omistajan tehtävä perusteellinen selvitys padon tai sen osan kunnosta (PTL § 19).

Kuntoarvioita on jonkin verran patoturvallisuusviranomaisen toimesta pyydetty. Osa kuntoarvioiden tuloksista on johtanut padon kunnostustoimiin. Joillekin valtion omistamille padoille on laadittu kuntoarvio tarkoitusta varten kehitettyä kuntoarviojärjestelmää ja -kriteereitä käyttäen. On ilmeistä, että tällaisia kuntoarvioita on syytä tehdä jatkossakin Suomessa patojen ikääntymisen myötä. Tapahuneet patojen vaurioitumiset ovat tulleet pääosin yllätyksenä. On todennäköistä, että osa näistä toteutuneista vaurioista olisi ollut ennakoitavissa kokonaisvaltaisen kuntoarvioinnin yhteydessä.

Infra-alalla on käytössä riskinarviointia varten taulukko. Vastaavanlainen järjestely voisi olla käytettävissä patopuolella. Tällainen taulukko on kuitenkin ohjeellinen / suuntaa antava, koska padot ovat yksilöitä ja yleispätevää, kattavaa listausta on mahdotonta laatia.

Hyvä käytännön esimerkki: Patorakenteen ikääntyminen aiheuttaa tarpeen laatia kuntoarvio eli tarkastella padon kuntoa määräaikaistarkastusta tarkemmin. Kuntoarvion voi myös yhdistää määräaikaistarkastukseen, mutta tämä on syytä huomioida tilaus-/suunnitteluvaiheessa, koska kuntoarvio on tarkempi kuin määräaikaistarkastuksessa suoritettava arvio padon kunnosta.

4.2.7 Käytännöt hälyttämisestä ja varoittamisesta

Suomessa yleinen hätänumero on 112. Onnettomuus- tai vaaratilanteessa tapahtuman havainneella on lakisääteinen velvollisuus varoittaa vaarassa olevia ja tehdä tarpeen mukaan hätäilmoitus. Kaikilla onnettomuuden havainneilla henkilöillä on velvollisuus soittaa hätänumeroon ja ilmoittaa sattuneesta onnettomuudesta. Hälytyskeskuksesta hälytyspäivystäjä paikantaa onnettomuuskohteen hätäkeskustietojärjestelmään, määrittää tehtävälle tehtävälajin ja kii-reellisyysluokan (A, B, C tai D) ja tekee hälytysilmoituksen. Tehtävälaji vaikuttaa hälytettävien viranomaisten määrään, mutta vesistöpadon vaara- tai onnettomuustilanteessa hälytetään ainakin pelastustoimi. Tässä yhteydessä on hyvä huomata, että pato-onnettomuudelle ei ole omaa tehtävälajia hätäkeskustietojärjestelmässä. Päivystäjä käyttää todennäköisesti tehtävälajia uhka-/vaaratilanne tai sortuma/sortumavaara. Pelastustoiminnan johtaja käskee tarvittavat

24.5.2019

lisähälytykset jo hälytysilmoituksen ensitietojen tai kohteessa saadun tilanne-tiedon perusteella. Tieto välittyy paikalliselle toimijalle kuten palokunnalle, poliisille tai ambulanssiin tarpeen mukaan.

Mikäli tilanne ei ole akuutti, tiedon välittymisessä hätäkeskuksesta eteenpäin saattaa olla vaikeuksia. Padon häiriötilanteen tunnistaminen voi aiheuttaa myös haasteita hätäkeskuksen työntekijälle.

Hätäkeskuksella ei ole padon omistajien yhteystietoja eikä heillä ole velvoitetta hälyttää padon omistajaa tai patoturvallisuusviranomaisista. Edellä mainitut tahot pyritään tavoittamaan pelastustoiminnan johtajan toimesta, huomioiden kuitenkin se, että patoturvallisuusviranomaiselle ilmoittaminen on säädetty padon omistajan tehtäväksi.

Pääsääntöisesti kaikille suuremmille voimalaitospadoille on asetettu kyltit, josta löytyy padon valvomon tai vastuuhenkilön puhelinnumero. Näin ollen, mikäli sattunainen kulkija havaitsee jotain outoa padolla, hän voi ilmoittaa tilanteesta annettuun numeroon.

Padon omistaja on patoturvallisuuslain mukaan velvollinen ilmoittamaan häiriötilanteesta viipymättä patoturvallisuusviranomaiselle. Patoturvallisuusviranomaisen puolestaan ilmoittaa tilanteesta tarpeen mukaan alueelliseen ELY-keskukseen sekä maa- ja metsätalousministeriöön.

Suuremmilla padonomistajilla on käytännöt (ohjeistus) häiriötilanteen hallintaan. Häiriötilanteet on luokiteltu tilanteen vakavuuden perusteella, jonka mukaan toimitaan. Ensimmäisiä tehtäviä on häiriötilanteen todentaminen sekä vastuuhenkilöiden hälyttäminen. Mahdollisesti perustetaan nk. kriisiryhmä tilanteen hoitamiseksi.

4.2.8 Viestintä häiriötilanteissa

Viestinnän vaikutus häiriötilanteissa on hyvin merkittävä. Viestinnän on oltava riittävän oikea-aikaista ja tehokasta, jotta tilannetietämättömyys ei johda kasva-viin ongelmiin.

Myös viestintää voidaan suunnitella etukäteen. Viestinnän rooli esimerkiksi pato-onnettomuusharjoitusten yhteydessä on kasvanut.

Valtioneuvoston kanslian määräykset, ohjeet ja suositukset –julkaisusarjassa on 2013 julkaistu teos Valtionhallinnon viestintä häiriötilanteissa ja poikkeus-oloissa. (<http://vnk.fi/julkaisut/julkaisu?pubid=URN:ISBN:978-952-287-034-6>)

4.2.9 Häiriötilanteiden harjoittelu

Häiriötilanteiden harjoittelu voidaan jakaa seuraaviin osiin: teoreettinen koulu-tus, maastoharjoittelu ja karttahojoittelu. Kokemuksen perusteella vaikuttaa

24.5.2019

siltä, että liian suuria harjoituskokonaisuuksia on syytä välttää. Harjoitukset voivat toki olla rinnakkaisia, jolloin esimerkiksi pelastus- ja vesiviranomaiset sekä padonomistaja pitävät omaa harjoitustaan ja yhteiskunnan hallinnon harjoitus liittyy harjoitukseen vain löyhästi. Teoreettisen koulutuksen merkitystä on syytä painottaa, koska maasto- ja karttajarjoittelu epäonnistuvat suurella todennäköisyydellä, jos harjoittelijat eivät tiedä, mitä he harjoittelevat ja miten pitäisi toimia.

Patojen tarkkailijat, korjaustöiden suorittajat, säännöstelijät sekä ryhmien johtorganisaatiot ovat epäilemättä helpoimmin harjoitettavissa, koska nämä kaikki toimivat enemmän tai vähemmän patoturvallisuustehtävissä. Siirtyminen tavanomaisesta toiminnasta häiriötilannetoimintaan on vain pieni muutos. Sekä teoreettinen koulutus että todellinen maastoharjoittelu ovat tarpeen. Harjoitus on syytä toistaa sopivin väliajoin varsinkin, jos henkilökunta vaihtuu.

Pelastusviranomaisella ei ole tällä hetkellä lakisääteistä velvoitetta harjoitella pato-onnettomuustilanteita varten. Riittävän toimintavalmiuden ylläpitämiseksi on vesistöpadon onnettomuus hyvä sisällyttää pelastustoimen harjoitteluun vähintään joka kolmas vuosi. Koulutuksessa tulee kyseeseen pato-onnettomuuteen liittyvä teoriaopetus sekä erilaiset kartta- ja maastoharjoitukset. Koulutukseen on hyvä sisällyttää mm. seuraavia aiheita:

- Pelastustoimen alueella patojen omistajat, ylläpitäjät ja käyttäjät sekä patoturvallisuusviranomaiset yhteystietoineen (roolit ja hälytysyhteydet).
- Patorakenteisiin, yleisimpiin patovauriomekanismeihin, padon vahingonvaaraselvitykseen ja padon omistajan hätätilanneohjeistukseen tutustuminen.
- Perehtyminen olosuhteisiin, joita pato-onnettomuus aiheuttaa väestön varoittamiselle, evakuoimiselle ja pelastamiselle.
- Onnettomuusilmoituksen vastaanottaminen, hälytykset sekä niitä vastaavat hälytysvasteet.
- Pelastustoimen, padon omistajan tai haltijan, patoturvallisuusviranomaisen sekä ulkopuolisten organisaatioiden tehtävät sekä toiminnan koordinaatio- ja johtamisvastuut.
- Väestön varoittamisen, evakuoinnin ja pelastamisen, lääkinnällisen pelastustoiminnan, vaara-alueiden eristämisen sekä viestiliikenteen järjestelyt.
- Kohdetuntemus ja erilaiset karttajarjoitukset.
- Väestön varoittamiseen käytettävien kuulutuslaitteistojen käyttö.
- Venemiestaidot ja pintapelastus virtaavassa vedessä sekä hukuksissa olleen ja/tai alilämpöisen potilaan käsittely.

24.5.2019

Yhteiskunnan eli kuntien ja maakunnan sekä mahdollisesti naapurimaakunnan harjoittaminen vaikuttaa olevan vaativin tehtävä, koska nämä hallinnonalat työskentelevät harvoin hankalassa häiriötilanteessa. Patojen häiriötilanteet ja vesistöjen ongelmatilanteet ovat niin harvinaisia, että kokemusta ei liene juuri kenelläkään. Tarpeelliset vaiheet ovat teoreettinen koulutus ja karttajarjoittelu. Evakuointikeskuksen konkreettinen valmistelu eli maastoharjoitus voisi olla osa tällaista yhteiskunnan laajempaa harjoitusta.

Patoturvallisuusopas ohjeistaa, että olisi hyvä harjoitella häiriötilanteiden varalle. Kaivospatojen osalta suuronnettomuuden vaaraa aiheuttaville kaivannaisjätteen alueille on järjestettävä kolmen vuoden välein suuronnettomuusharjoitus. Tämä on määritelty Sisäministeriön asetuksessa erityistä vaaraa aiheuttavien kohteiden ulkoisesta pelastussuunnitelmasta (612/2015). Asetuksen voimaan tulon jälkeen on 2017 mennessä järjestetty kaksi harjoitusta, joista toinen oli yhden kaivosalueen oma ja toinen useamman kaivoksen yhteisharjoitus.

Vesistöpatojen osalta harjoituksia on järjestetty vaihtelevasti. Viimeisimmät suuremmat harjoitukset järjestettiin 2014 ja 2018. Useat padon omistajat järjestävät myös omia sisäisiä harjoituksiaan.

Vuoden 2014 pato-onnettomuuden toimintaharjoitus järjestettiin Porissa. Harjoituksen tavoitteena oli harjoitella tarkkailua, hälytyksen tekoa ja patoturvallisuuden johtokeskuksen toimintaa kokonaisuudessaan sekä testata padon lävitse tapahtuvan suotovirtauksen tukkimista, selvittää siihen kuluvaan aikaa sekä selvittää tulvauoman aukaisun käynnistämiseen kuluvaan aikaa. Harjoitukseen osallistui padon omistajan eli Porin kaupungin lisäksi pelastuslaitos, patoturvallisuusviranomaisen, tulvakeskus sekä vesistöjen säännöstelystä vastaava viranomaisen. Maastoharjoitus sujui erinomaisesti. Padon "vuoto" saatiin korjattua 40 minuutissa. Kokonaisuudessaan kaikki hoitivat omat osuutensa mallikkaasti.

Eri osapuolien roolien määrittäminen häiriötilanteiden osalta on tärkeää. Häiriötilanteiden harjoittelu auttaa hahmottamaan toimijoiden välisiä rooleja ja yhteistyötä.

4.2.10 Koulutus

Suomessa ei ole toiminnassa varsinaista patoturvallisuuden koulutusohjelmaa. Patoturvallisuusviranomaisen on järjestänyt viime vuosina koulutuspäiviä patoturvallisuuteen liittyvistä aiheista niin vesistöpatojen kuin kaivospatojen osalta.

Vuonna 2005 järjestettiin Suomessa viimeisin kattavampi patoturvallisuuteen liittyvä koulutuspaketti: PATU-koulutus. Vastaavanlainen koulutuspaketti on tällä hetkellä suunnitteilla vuodelle 2019. Tämä on tarpeen, koska osajien määrä patoturvallisuussektorilla on vähenemässä ja työtätekevä sukupolvi josain määrin vaihtumassa.

24.5.2019

4.2.11 Turvajärjestelyt

Padon turvajärjestelyistä on säädetty asetuksen 9 §:ssä (Valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta (319/2010)). Pykälän mukaan padon käytön turvallisuus tulee varmistaa 1- ja 2-luokan padoilla:

- 1) järjestelyillä padon käytön varmistamiseksi häiriötilanteessa;
- 2) varoitus- ja muilla järjestelyillä vesistöpadon juoksutuksista padon ylä- ja alapuolella oleskeleville aiheutuvan vaaran torjumiseksi;
- 3) tarpeen mukaan järjestelyillä vahingonteosta tai ilkevallasta

Nämä asetuksen pykälät asettavat vaatimuksia ja vastuita padon omistajalle. Turvajärjestelyiden avulla pyritään pienentämään padon käytöstä aiheutuvaa vaaraa kolmannelle osapuolelle. Patojen turvajärjestelyt dokumentoidaan patoturvallisuuskansioihin ja dokumenttien kopiot toimitetaan patoturvallisuusviranomaisille. Määräaikaistarkastusten yhteydessä tarkistetaan turvajärjestelyiden riittävyys.

Turvajärjestelyillä voidaan edelleen varmistaa padon turvallisuutta. Kaukokäyttö ja sen hyvä toimivuus tehostavat valvontaa. Varanostojärjestelmät ja -suunnitelmat on hyvä testata myös käytännössä. Pohjaluukut padoilla ovat melko yleisiä. Niiden käyttö on kuitenkin harvinaista edes testausmielessä. Pitkasulun toimivuus on varmistettava. Tällä hetkellä prosessien automatisoituminen ja tietotekniikan osuus kaikessa lisääntyy huimaa vahtia. Tämän toimivuuden varmistaminen on tärkeää.

Häiriötilanteessa käyttöhenkilöiden merkitys on suuri. He arvioivat toimintahäiriön / vaurion vakavuuden ja tarvittavat toimenpiteet sekä suorittavat mikäli mahdollista korjaavat toimenpiteet. Turvajärjestelyt dokumenttiin on hyvä liittää arviot altaan täyttymisestä tulvatilanteesta esim. HW-tasolta hätä-HW-tasolle (varoaika). Vähintään tämän ajan kuluessa käyttöhenkilön on ehdittävä padolle.

Voimalaitoksen lähistöllä liikkuu ulkopuolisia ihmisiä ulkoilemassa, marjastamassa, kalastamassa, veneilemässä, tutustumassa voimalaitokseen ja patoon turistina. Voimalaitoksen käytöstä tai rakenteista voi aiheutua uhkatilanteita näille ihmisille. Mahdollisia voimalaitoksen lähistöllä liikkuvien ihmisten uhkatilanteita ovat esim.

- voimalaitoksen turpiinien ja luukkujen juoksutuksista aiheutuvat äkilliset ylä- ja alavedenpinnan ja virtaaman muutokset,
- tulvaluukkujen avaamiset erityisesti kohteissa missä vanha kuivana oleva uoma houkuttelee uteliaita
- putoaminen esim. voimalaitoskanavaan
- voimalaitoksen rakenteisiin kertyneiden jäiden putoaminen.



24.5.2019

Hyvä käytännön esimerkki: Suomen ympäristökeskuksessa on valmistunut dokumentti Lapuanjoen vesistösäätelyn (ml. patoturvallisuus) resilienssin arviointi eli arviointi siitä, miten hyvin sääntelyrakenteilla on varauduttu oletettuihin uhkiin. Tätä voidaan käyttää apuna myös patoturvallisuuden turvajärjestelyiden arvioinnissa tai on mahdollista muokata patoturvallisuutta varten vastaavanlainen yleisluontoisempi.

24.5.2019

5 HÄIRIÖTILANTEIDEN HALLINTA

5.1 Häiriötilanteen havaitseminen

Patoihin liittyvät tarkastukset ja tutkimukset voivat auttaa häiriötilanteiden havaitsemista etukäteen. Määräaikaistarkastuksissa tulee tehdä huolella sekä analysoida padossa tapahtuneet muutokset. Maapatojen takana olevat lähteet ovat indikoineet tulevia häiriötilanteita, esimerkiksi Peltokoski (5.4.3.1) ja Uljua (5.4.3.2). Pohjatutkimusten avulla voidaan selvittää maapadon heikkousvyöhykkeitä. Tutkimustulosten perusteella arvioidaan, onko korjaustoimenpiteisiin ryhdyttävä.

Käyttöhenkilöstön tarkastuksilla on merkittävä rooli padon häiriötilanteen havaitsemisessa (esim. Imatra luukun jäätyminen 5.4.2.3). Automaattiset mittalaitteet antavat hälytyksen mittausrajan ylityksissä tai alituksista. Tällöin mahdollinen häiriötilanne on tarkistettava paikalla tehtävillä tarkastuksilla. Myös ulkopuolinen henkilö saattaa havaita häiriötilanteen ja ilmoittaa siitä padon omistajalle (esim. Uljuan patovaurio).

Padon omistajan on varmistettava häiriötilanne paikan päällä. Padon omistajalla tulee olla ohjeistus, kuinka häiriötilanteessa toimitaan.

5.2 Rakenteelliset toimenpiteet

Sisäisestä eroosiosta tapahtuneita vuotoja ja vajoamia on korjattu täyttämällä painumia, rakentamalla käänteissuodattimia, lyömällä ponttiseiniä sekä injektoimalla. Injektoinnissa on käytetty bentoniittiä, polyuretaania ja sementtiä. Usein vuotovirtausta ei ole saatu täysin tukittua. Vuosien kuluessa rikkonainen kallion alusta ja injektoitu kallio on syöpyntynyt ja suotovesimäärä on lisääntynyt. Maapadon ja rikkonaisen kallion injektointi ei ole pysyvä ratkaisu ja sisäisen eroosion prosessi voi alkaa kehittyä uudelleen.

Korjaustyö vaatii toisinaan työpadon rakentamisen tai altaan tyhjentämisen.

5.3 Operatiiviset toimenpiteet

Padon häiriötilanteen aikana padon omistaja on edelleen vastuussa padostaan. Patoturvallisuuslain 24 § sanoo, että ”Padon omistajan on ryhdyttävä padosta aiheutuva vahingonvaara huomioon ottaen tarpeellisiin toimiin pato-onnettomuuden ehkäisemiseksi ja onnettomuudesta aiheutuvien vahinkojen rajoittamiseksi.”

Häiriötilanteessa siis padon omistaja pyrkii kaikin keinoin toimimaan padon hyväksi niin, että varsinaista onnettomuutta ei pääsisi syntymään. Mikäli onnettomuustilanne syntyy ja pelastuslaitos on hälytetty kohteeseen (onnettomuus

24.5.2019

edellyttää pelastustoimintaa, vaaraa ihmishengelle), on kokonaistilanteen johdovastuu pelastusviranomaisella.

Padon omistaja on velvollinen auttamaan pelastusviranomaista tilanteen vaatimalla tavalla. On myös huomattava, että pelastustoiminnan johtaja ei todennäköisesti ala itse johtaa patovaurion korjaamista vaan määrää tämän padon omistajan tehtäväksi. Tyypillinen käsky voisi olla esimerkiksi seuraava: ”Vastaat padon omistajana patovaurion hätäkorjauksesta ja vesistön ohjaamisesta tarkoituksenmukaisella tavalla. Tilannekatsaukset minulle 30 minuutin välein ja tarvittaessa. Ilmoita viipymättä, jos katsot, että jonkin tarvittavan toimenpiteen toteuttamiseen eivät omat toimivaltuutesi riitä. Ilmoita myös resurssitarpeista, joita voi tarvittaessa määrätä korjaustoimintaa varten.”

Padon omistaja on velvollinen välittömästi ilmoittamaan häiriötilanteesta patoturvallisuusviranomaiselle.

Operatiivisena toimenpiteenä voi tulla kysymykseen virtaaman rajoittaminen yläpuoliselta padolta/voimalaitokselta sekä samanaikainen virtaaman lisäys alapuoliseen vesistöön. Tällöin yläpuolista vedenpintaa saadaan laskettua ja pienennettyä tulva-aallon vaikutusta ja kestoa, jos padon sortuminen on mahdollinen.

Ensimmäisen luokan padon omistajalla on oltava padon turvallisuussuunnitelma onnettomuustilanteen varalle. Suomessa useat 2-luokan patojen omistajat ovat myös tehneet/teettäneet padoilleen turvallisuussuunnitelman.

Korjaustyö voi edellyttää yläpuolisen vedenpinnan alentaminen ja virtaaman rajoittaminen, mikäli tämä on mahdollista (Imatran sähkökatkos 5.4.2.4 ja Uljuja 5.4.3.2).

Padon omistajan tehtäviä onnettomuustilanteessa ovat mm.

- varmistaa, että onnettomuusilmoitus on tehty hätäkeskukseen
- ilmoittaa tilanteesta patoturvallisuusviranomaiselle ja jätepatojen osalta myös ympäristöviranomaiselle
- aloittaa patosortuman hätäkorjaus ja korjaustoiminnan johtaminen
- huolehtia tarvittaessa vaara-alueen asukkaiden varoittamisesta yhteistyössä pelastusviranomaisen kanssa
- tiedottaa asiaankuuluville viranomaisille tilanteesta ja sen kehittymisestä
- osallistua tiedottamiseen.

Onnettomuustilanteessa

- pelastusviranomaisen hoitaa kiireelliset toimintavalmiutta edellyttävät tehtävät toimensa mukaisesti.

24.5.2019

- patoturvallisuusviranomaisen valvoo tilannetta omalta osaltaan, antaa asiantuntija-apua pelastustoimelle ja padon omistajalle sekä tiedottaa muille viranomaistahoille.
- ELY-keskus huolehtii vesistön kohdistuvista toimenpiteistä ja niiden suunnittelusta. Vesistön säännöstelystä vastaavana viranomaistahona ELY-keskuksen rooli on merkittävä. Ympäristöonnettomuudessa ELY-keskus myös arvioi onnettomuuden vaikutuksia ympäristöön.
- Poliisi huolehtii yleisestä järjestyksestä, turvallisuudesta, vaara-alueen eristämisestä ja muista toimen puolesta tarkoituksenmukaisista tehtävistä.
- Tulvakeskus arvioi tarvittaessa murtuma-aallon leviämistä sekä mahdollisen tulvan kestoja ja laajuutta.

5.3.1 Tulvatilanteen hallinta

Suomessa merkittävimmät tulvatilanteet liittyvät keväällä tapahtuvaan lumen sulamiseen tai jokeen muodostuvaan jääpatoon/hyyteeseen.

Tulvakeskus tekee valtakunnallisia tulvaennusteita ja antaa tulvavaroituksia. Palvelut tuotetaan yhteistyössä ELY-keskusten ja pelastusviranomaisen kanssa. Tulvakeskus perustettiin 2014 tehostamaan tulvavaroituspalvelua ja viranomaisten välistä yhteistyötä.

ELY-keskuksen roolina tulvatilanteessa on viranomaisyhteistyön järjestäminen, vesistötoimenpiteiden ohjaus sekä asiantuntija-avun antaminen padon omistajille ja pelastustoimelle. ELY-keskus osallistuu myös pelastustoiminnan johtoryhmän työhön.

Hyvä käytännön esimerkki: Porin tulvansuojelun valmiusjärjestelmästä

Porin tulvasuojelussa käytetään alla esitettyä valmiusjärjestelmää. Tämä koskee kaupungin toimintaa padonomistajana; lisäksi alla on kuvattu pelastuslaitoksen päätehtävät. Porin padot ovat joenrannalla sekä osittain jokeen purkavien isojen valtaojien varrella olevia tulvapatoja (tulvapenkereitä), jotka padottavat vain hyvin harvoin ja melko lyhytaikaisesti. Kokemäenjoen aiheuttama tulvavaaratilanne muodostuu Porissa hitaasti, yleensä viikkojen tai vuorokausien kuluessa. Tulvavaaralla tarkoitetaan sitä tilannetta, jossa vesi nousee patoja vasten.

- Tavanomainen tilanne, koodiväri **harmaa**
Vesipinta ja virtaamat ovat tavanomaiset. Vesistöjärjestelmää vilkkaistetaan suuruusluokalleen kerran viikossa. Ensisijaisesti seurataan tavanomaisia sääennusteita niin sään kuin merivedenpinnan suhteen.
- Valmiustaso 1, koodiväri **sininen**

24.5.2019

Ennusteen mukaan vesipinta saattaa nousta huomattavan korkealle. Valmiutta nostetaan vesipinnan tarkkailun osalta; vesistöjärjestelmää seurataan noin kerran vuorokaudessa.

- Valmiustaso 2, koodiväri **keltainen**

Ennusteen mukaan vesi saattaa nousta vaarallisen korkealle eli joenrannalla olevia tulvapatvoja (tulvapenkereitä) vasten. Tässä vaiheessa aloitetaan valmistelut valmiustasolle 3 siirtymistä varten: kaluston ja miehistön varmistaminen sekä viimeistelevä koulutus. Lisäksi kaikki padot tarkastetaan.

- Valmiustaso 3, koodiväri **oranssi**

Tässä vaiheessa on todellinen iso vahingonvaara, koska vesi on tulvapattoa vasten ja siis padon taustan maanpinnan yläpuolella.

Patoturvallisuusorganisaation valmius on 24/7. Kaikki padot tarkkaillaan useita kertoja vuorokaudessa. Tilanteesta riippuen 1 – 2 padonkorjausryhmää kalustoineen on hälytysvalmiudessa. Työkoneet ovat rakennustyömailla, mutta korjaushälytystilanteessa nopeasti korjauskohteeseen siirrettävissä.

Padonsortumisesta aiheutuvaa suurtulvatilannetta varten on osoitettu miehistö ja kalusto mahdollisia tulvan vaikutuksen minimoimistoimenpiteitä varten. Niitä voivat olla tilanteesta riippuen patojen ja liikenneväylien aukaisut.

Hälytykset ovat

- Korjaushälytys, koodiväri **punainen**

Voimakkaasti suotavan tai vuotavan padon pikakorjaus, jonka korjausryhmä toteuttaa. Pelastuslaitos varautuu väestön suojavaistön toteuttamiseen siltä varalta, että pikakorjaus epäonnistuu, pato sortuu ja joki tulvii maalle.

- Pelastushälytys, koodiväri **punainen**

Joki tulvii maalle padon sortuman tähden tai vesistöennusteen mukaan joen tulviminen padon yli on varmaa. Pelastuslaitos toteuttaa väestön suojavaistön. Patoturvallisuusorganisaatio pyrkii minimoimaan tulvavahinkoja tilanteesta riippuen patoja ja liikenneväyliä aukaisemalla.

5.3.2 Pelastusviranomaisen toiminta

Pelastusviranomaisille kuuluu onnettomuuksien yleinen ehkäisy ja siihen liittyvä viranomaisten yhteistyö. Pelastustoimi suorittaa pato-onnettomuustilanteessa ne pelastustoimintaan kuuluvat tehtävät, joita on pidettävä pelastuslain mukaan

24.5.2019

kiireellisinä. Yleensä kyse on toimista, joihin on ryhdyttävä muutaman tunnin kuluessa. Tähän vaikuttaa myös vahinkoalueen laajuus ja seurausten vakavuus.

Pelastusviranomaisen vastuulla on pelastustoiminnan suunnittelu ja johtaminen poikkeuksellisissa tulvatilanteissa sekä pelastustoiminta.

Pelastusviranomaisen ottaa johtovastuun silloin, kun häiriö- tai vauriotilanne padolla muuttuu pelastustoiminnaksi. Pelastuslaitos hoitaa omiin tehtäviinsä kuuluvan tiedottamisen, erityisesti väestölle ja työpaikoille jaettavat toimintaohjeet tulvatilanteen varalle.

Varsinaiseen pelastustoimintaan kuuluvat erityisesti pato-onnettomuuden/tulvan uhkaaman väestön pelastaminen ja tarvittaessa kohteiden suojaaminen hiekkasäkeillä ja muiden tilapäisrakenteiden avulla sekä tulvaveden pumppaus joko pienen tulvan ajanakin ja ison tulvan jälkeen. Pelastustoiminnan käynnistyttyä tilanteen yleisjohtajana toimii pelastusviranomaisen. Yleisjohtaja vastaa tilannekuvan ylläpitämisestä, tehtävien antamisesta eri toimialoille ja toiminnan yhteensovittamisesta. Johtovastuu siirtyy pelastusviranomaiselta siinä vaiheessa, kun tehtävä ei enää edellytä pelastustoimintaa. Tällöin sovitaan tilanteen edellyttämistä jatkotoimenpiteistä, esimerkiksi seurantavastuista. ELY-keskus ja kunta voivat kuitenkin aina esittää pelastuslaitokselle johtovastuun ottamista, jos tilanteen hoitaminen sitä edellyttää esimerkiksi merkittävän tulva-vaaran uhatessa tai aiemmin hoidetun tulvatilanteen hankaloituessa uudelleen. Yleisjohtajuus moniviranomaistilanteessa on ollut pohdinnan aiheena ja sisäasiainministeriö asettikin työryhmän selvittämään asiaa. Selvitys julkaistiin 2015.

Turvallisuussuunnitelmassa olisi hyvä esittää vahingonvaara-alueen merkittävimmät kohteet, joiden evakuoiminen ei onnistu itsenäisesti vaan siihen tarvitaan apua. Tällaisia kohteita voivat olla esimerkiksi vanhainkodit.

5.4 Tapaukset (case studies)

5.4.1 Ilkivaltatapaus voimalaitoksella

Vesivoimalaitoksen lähellä kalassa olleen miehen vene kaatui ja hän joutui veden varaan puolen yön jälkeen 6.5.2016. Vedestä päästyään mies rikkoi voimalan pääoven ikkunan (kuva 5) ja pääsi sisään lämmittelemään. Tämän jälkeen hän sääti voimalaitoksen ohjausta ja laitteita niin, että kaikki kolme generaattoria lakkasivat toimimasta.

24.5.2019



Kuva 5. Voimalaitoksen pääovi.

Vartija sai hälytyksen voimalaitokselta ja teki hätäilmoituksen. Paikalle saapui poliisi ja myös palokunta, koska konehuoneessa oli savua. Savu johtui todennäköisesti generaattorin 3 ylikuumentumisesta. Lattialle oli myös valunut öljyä generaattoreista 1 ja 2. Palokunta puhdisti öljyt ja poliisi löysi vahingontekijän voimalaitoksen tiloista. Tämän jälkeen laitoksen henkilökunta pääsi tarkistamaan laitteita.

Generaattorit 1 ja 2 saatiin toimintaan täydellä teholla saman vuorokauden aikana, mutta generaattori 3 oli ilkeivallan seurauksena mennyt oikosulkuun ja oli täysin vaurioitunut. Generaattori korvattiin uudella keväällä 2017. Taloudelliset vahingot ovat lähes miljoona euroa ja ne koituvat generaattorin 3 uusimisesta sekä menetetyistä vesivoimantuotannosta, koska vettä jouduttiin juoksuttamaan merkittävässä määrin laitoksen ohi.

Häiriötilanneluokittelu on T1, koska voimalaitoksen generaattorit vaurioituivat ja olivat poissa toiminnasta. Mikäli tulvaluukkuja ei olisi saatu auki, olisivat ongelmat voineet kumuloitua. Sähkönjakelu myös keskeytyi.

24.5.2019

5.4.2 Säännöstelypadon luukkuihin liittyviä häiriötilanteita

5.4.2.1 Sähköhäiriö, Tammerkosken Alakoski, 1999

Tammerkosken Alakoski Oy:n laitoksella 4.5.1999 tapahtunut häiriö ja sen seuraamukset (PVO-Engineering Oy:n Raportin 22.10.2001 mukaan):

1. Sähköhäiriön vuoksi päämuuntajat irtosivat verkosta ja vesivoimakoneet laukesivat verkosta, jolloin virtaus koneistojen kautta keskeytyi.
2. Häiriön seurauksena patoluukkuja ei voitu nostaa.
3. Muuntajien irtoamisen jälkeen, arviolta noin 20 sekunnin kuluttua, Alakosken oma aggregaatti ryhtyi syöttämään varavoimakeskusta ja patoluukut avautuivat (alkoivat avautua).
4. Koskessa oli pikasulun hetkellä noin 100 m³/s juoksutusta.
5. Alakosken häiriötilanteen tiedoksi saattaminen yläpuolisille laitoksille ja niiden juoksutusten lopettaminen kesti arvioltaan noin 10 minuuttia.
6. Alakosken yläveden tarkkailupiirturin mukaan nousi vedenpinta normaali-tilanteesta +80,45 m tasoon +81,60 (dH +1.15m) noin 26 sekunnin kuluttua vesivoimakoneiden laukaisun jälkeen (aaltoilu)
7. Vesi purkautui laitoksen vasemmalta ylävedenpuolelta Vuolteentorille ja aiheutti noin 0,40 m paksuisen vesikerroksen.
8. Henkilövahingoilta ja mittavilta omaisuusvahingoilta välttyttiin.
9. Turvallisuusselvityksessä ehdotettiin toimenpidettä laitosten välisen tiedonkulun parantamiseksi ja/tai rantamuurin rakentamiseksi Vuolteentorin ylivirtauskohtaan.

Häiriötilanneluokittelu on T1, koska vesi purkautui uomasta hallitsemattomasti. Julkisessa käytössä olevalla vaara-alueella ei ollut tässä tilanteessa onneksi henkilöitä tai omaisuutta.

5.4.2.2 Pitkämön vedenkorkeuden mittalaitteiden virhe

Pitkämön voimalaitokselle johdetaan Jalasjoen virtaama Niileksen voimalaitoksen kautta ja Kauhajoen (Kyrönjoen) virtaama säännöstelemällä Harjakosken säännöstelypadon avulla. Harjakosken säännöstelypadon ja Pitkämön altaan välillä on noin 1,9 km pitkä täyttökanaava. Vedenkorkeus Pitkämön altaassa vaihtelee välillä N43 +58,60...+68,60 m.

Häiriötilanteessa vesistöissä oli syystulva, jonka seurauksena voimalaitoksen hätä-HW ylittyi 6.10.2012. Harjakosken säännöstelypadon vedenkorkeusmittari oli ohjelmoitu väärin. Mittaus pysähtyi HW-tasolle ja veden nousu tämän jälkeen ei rekisteröitynyt.

Voimalaitoksen omistussuhteet olivat muuttuneet kuukausi ennen häiriötilannetta. Uuden omistajan käytönvalvomo ei havainnut tilannetta. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen työntekijä havaitsi tilanteen erikoiseksi, ja pyysi asiaan tarkastusta paikan päällä.

24.5.2019

Patorakenteeseen kuuluvan täyttökanavan hätäaukko avattiin ensimmäisenä ja tämän jälkeen myös tulvaluukku.

Häiriötilanneluokittelu on T1. Tilanne vaati välittömiä kiireellisiä toimia.

5.4.2.3 Imatran valssiluukkujen hammasrattaiden jäätyminen

Kylmä pohjoistuuli aiheutti aaltojen pärskeitä Imatran säännöstelypadon valssiluukun ylitse marraskuussa 2010. Vesi jäättyi luukun hammasrattaisiin. Käyttöhenkilökunta havaitsi uhkatilanteen ja seuraavat toimenpiteet suoritettiin [Laasonen & Isomäki, 2018]:

- Luukkujen automaattinen käyttö otettiin pois käytöstä.
- Käyttökeskusta informoitiin ja yläpuolista vedenpintaa laskettiin 30 cm kuuden (6) tunnin ajaksi. Lisäksi yläpuolisen vesivoimalaitoksen virtaama pienennettiin mahdollisen sähkökatkon vuoksi.
- Luukun sulatus höyryllä tilattiin.
- Tarkkailuohjelmaa päivitettiin samanlaisten sääolosuhteiden tarkkailemiseksi.
- Tarkkailua jatkettiin, kunnes oltiin normaaleissa olosuhteissa.

24.5.2019



Kuva 6. Valssiluukun hammasrattaiden jäätyminen [Laasonen & Isomäki, 2018].

Häiriötilanneluokitus on T2. Tilanne vaati toimenpiteitä, mutta ei kiire aikataululla.

5.4.2.4 Imatran sähkökatkos

Salamaniskut aiheuttivat Imatran voimalaitoksella sähkökatkon 9.7.2010 kello 7:04, jolloin menetettiin myös omakäyttöjännite ja viisi koneistoa pysähtyi. Kaksi koneistoa jäivät käyntiin. Sähkökatkos voimalaitoksella ja padolla kesti 73 minuuttia.

Yläpuolisella Tainionkosken voimalaitoksella juoksutuksia pienennettiin 550 - 250 m³/s, jolla estettiin veden tulviminen Imatran padon yli. Vedenpinta kävi lyhytaikaisesti sallitun ylärajan +67,70 m yläpuolella, jolloin vesi ohjautui ylisyyksyaukkujen kautta. Käyttöhenkilökunta arvioi, että luukkuja ei tarvitse lähteä avaamaan paikallisesti ohjattavilla tasavirtamoottoreilla, vaan keskitytään voimalaitoksen käynnistämiseen. Omakäyttöjännitteen palautus onnistui klo 8:17, jonka jälkeen ohjattiin ensimmäinen tulvaluukku auki noin 300 m³/s ja lisättiin Tainionkosken juoksutus tasolle 550 m³/s.

Imatran koneistot saatiin käyntiin noin klo 11, jolloin tulvaluukku voitiin sulkea. Juoksutus nostettiin suunnitellulle 850 m³/s tasolle.

24.5.2019

Häiriötilanneluokittelu on T2, koska tilanteesta selvittiin ylisyoxyaukkojen avulla, mutta kiireellisiä toimia oli tehtävä.

5.4.3 Sisäinen eroosio

5.4.3.1 Peltokosken maapadon sisäinen eroosio [Laasonen, 2010]

Peltokosken voimalaitos sijaitsee Mustionjoessa. Nykyinen voimalaitos rakennettiin vuosina 1950 - 1951. Voimalaitospadon kummallakin puolelle rakennettiin puisella tiivisteponilla varustetut maapadot. Maapadot ovat suurelta osin perustettu maanvaraisesti. Puupontin alapää on sijoitettu tiivisteuraan. Tiedot maapadon materiaalien ja maapohjan osalta ovat puutteelliset.

Vasemman puolen maapadon takana on ollut kaksi lähdeä, joista toinen on muodostunut uuden voimalaitoksen vedennoston yhteydessä 1950-luvulla ja toinen vuonna 1980 (kuva 7).

Vuonna 1984 vuotovesireittien selvittämiseksi suoritettiin padolla painokairauksia, otettiin maanäytteitä ja asennettiin pohjavesiputkia. Tutkimuksen mukaan maapadon takana kova tiivisrakenteinen pohjamooreeni sisältää hiekkaa, soraa ja kiviä. Moreenin pinta on tasainen ja se on noin tasolla +16,5 m. Moreenin päällä on verrattain tasarakeinen silttiä ja hienohiekkaa sisältävä keskitiivis ja paikoin löyhähkö kerrostuma. Tämän lajittuneen kerroksen päällä on kerrallista savea ja silttiä sisältävä tiivis kuivunut pintamuodostuma.

Peltokosken maapadon vuoto tapahtui vuonna 1987, jolloin vesi purkautui noin 50 metrin päässä lähteiden luona aiheuttaen noin kolmen (3) metrin syvyisen kuopan. Samassa yhteydessä maapadon harjalla havaittiin noin 20 cm syvyinen painauma. Syöpynyt hienoaines kulkeutui jokirantaan muodostaen suisto-
muodostuman (Kuva 8).

Vasemman maapadon korjaustyö paaluvälillä 0+13 – 0+45 suoritettiin 8.8. – 22.9.1988 välisenä aikana. Tutkimusreiät ulotettiin 4 – 6 metriä ehjään kallioon. Paalulla 0+13 havaittiin kalliossa 10 – 12,5 metriä padon harjalta mitattuna ka-
pea noin kahden metrin levyinen avoin lusta. Lustan yhteys vuotoihin todettiin väriainekokein.

Maapato tiivistettiin injektoimalla osaksi polyuretaanilla ja osaksi sementtibentoniitti- ja fillerilaastilla. Tiivistämistyössä käytettiin polyuretaaneja yhteensä 1 330 kg, sementtiä 25 600 kg, bentoniittiä 8 000 kg ja filleriä 52 800 kg. Laastia pumpattiin yhteensä 101 m³. Vuotovesimäärä pieneni 35 l/s:sta 1,2 l/s:iin. Vajoaman kohdalle rakennettiin käännteissuodatin.

24.5.2019



Kuva 7. Lähteiden sijainti. Ilmakuva 1980-luvulta [Laasonen, 2010].



Kuva 8. Maapadon taustalle noin 50 metrin päähän padosta muodostui noin kolme metriä syvä vajoama vuonna 1987.

Padon injektoinnin jälkeen maapadon vuoto on lisääntynyt ja vuonna 2009 se oli noin 35 l/s. Sisäisen eroosion vuotoputki kulkee muuntoaseman ali, jonne on muodostunut aika ajoin vajoamia (Kuva 8).

24.5.2019

Maapadon ja kallion injektointi aloitettiin syksyllä 2009. Padon injektoinnin yhteydessä todettiin uusia kallion heikkousvyöhykkeitä aikaisemmin injektoitujen kohtien kohdalla sekä uusia avautuneita kallion lustia.



Kuva 9. Kytkinkentän vajoama, 21.3.2007 [Laasonen, 2010].

Häiriötilanneluokittelu on ensimmäiselle vaiheelle V1, koska kiireelliset välittömät toimet olivat tarpeen. Toisen vaiheen luokittelu on V2.

5.4.3.2 Uljuan patovauriot 1970 ja 1990 (Kuusiniemi et al, 1992 ja Kuusiniemi & Maijala, 2002; Vuola: Uljuan patojen kuntoarvio 200X)

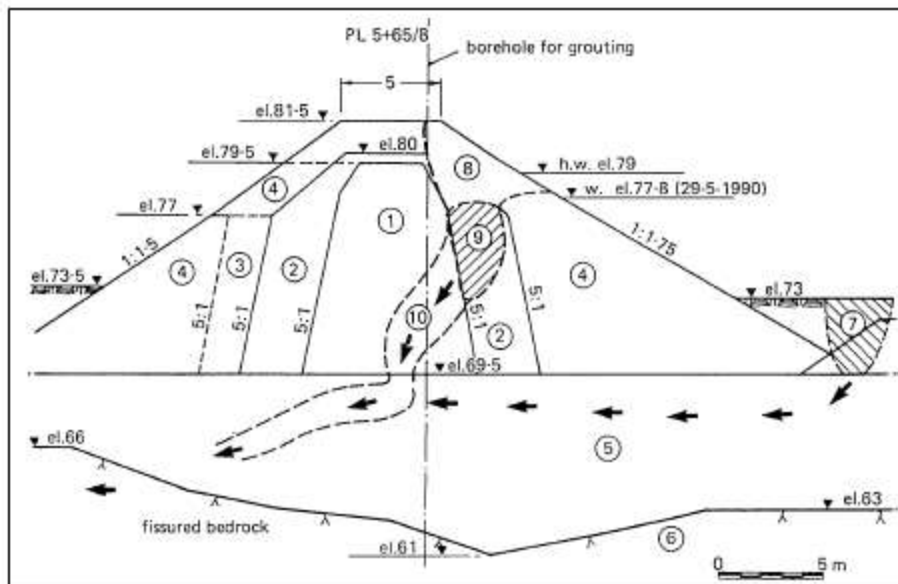
Uljuan tekoallas sijaitsee Siikajoen vesistössä noin 80 km Oulusta etelään. Al- las on suunniteltu pääasiassa tulvasuojelutarkoituksiin ja siinä on kahdeksan metrin säännöstely. Maapatojen yhteispituus on noin 10 km. Tulisaaren pato on louhospato, jonka keskeisen moreenisen tiivistesydän kummallakin puolella on sorasta rakennetut suodatinkerrokset. Tulisaaren padon suurin korkeus on 13 metriä. Arkkusaaren pato on homogeeninen moreenipato.

Vuonna 1970 keväällä altaan ensitäytön jälkeen havaittiin suotoa Tulisaaren padossa Uljuanojan kohdalla. Kuukautta myöhemmin havaittiin äkillinen paikallinen samentunut vuotovirtaus, ja sen aiheutti padon tiivistesydämen yläosan ja suodattimien läpi syntynyt eroosiosuoni. Syynä oli ilmeisesti tiivistyssydämen yläosan routiminen rakentamisen aikana, jatkorakentaminen edellä mainitun

24.5.2019

kerrosroudassa olevan tiivistesydämen päälle sekä puutteellinen suodatin (hie-
nosuodatin oli rakennettu louhetta vasten). Kohta yritettiin korjata sementti-in-
jektoimalla, mutta työ epäonnistui voimakkaan virtauksen tähden. Altaan vesi-
pintaa laskettiin, vaurioitunut kohta kaivettiin auki ja rakennettiin uudelleen kui-
vatyönä. Vaurioluokan on arvioitu olevan V1.

Voimalaitoksen alakanavassa havaittiin samentumista 12. – 13.5.1990. Tutki-
muksissa sukeltajat löysivät altaan pohjalta maapadon läheltä kolmen metrin
läpimittaisia ja useita metriä syviä "kraatereita". Vajoamien syynä pidettiin maa-
aineksen kulkeutumista syvien kalliorakojen kautta alakanavassa olevaan vuo-
topaikkaan, eli padon ali oli jo muodostunut eroosiosuoni.



Kuva 4. Vauriokohdan poikkileikkaus. 1 = tiivistesydän, moreenia, 2 = suodatin, hiikkainen sora, 3 = karkeampi suodatin, 4 = tukiosa, louhosta, 5 = pohjamoreeni, 6 = rapautunut kallio, 7 = krsateri, 8 = sortuma, 9 = sementtisäkkejä ja injektointikalusto, ja 10 = soran täyttämä eroosioakanava.

Kuva 10. Uljuan pato-onnettomuuskohtan poikkileikkaus (Kuusiniemi & Majjala, 2002).

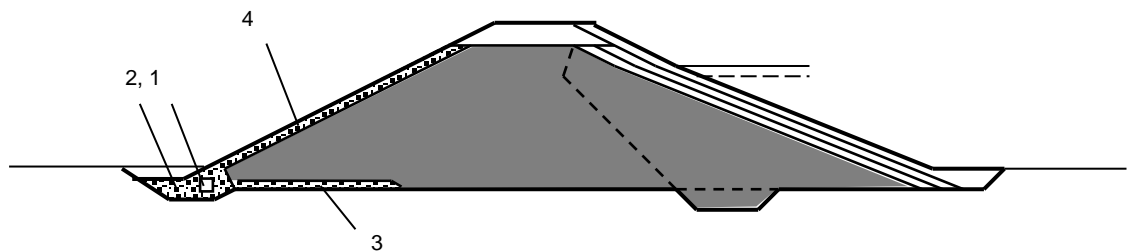
Vesipinta alennettiin kolme metriä. Kraaterit täytettiin maamassoilla. Vuodot tu-
kittiin nopeasti laajentuvalla polyuretaanilla, jonka jälkeen vuotokohdat pyrittiin
korjaamaan sementti-injektoinnilla.

Tilanne muuttui vielä uhkaavammaksi 29.5.1990, kun patoon syntyi lähes pys-
tysuora eroosiosuoni siten, että osa tiivistesydäimestä ja suodattimesta putosi.
Vajoaman syvyys oli noin kolme metriä. Maa vajosi siis padon alittavaan eroo-
siosuoneen. Altaan puoleinen louheverhous vajosi 29.5.1990 yllättäen noin
kolme metriä noin seitsemän metrin matkalta. Samalla vuotovesimäärä kasvoi
100 l/s. Vajoamaan ajettiin moreenia.

Altaan vesipintaa laskettiin lisää, vaurioitunut kohta kaivettiin auki ja pato ra-
kennettiin uudelleen kuivatyönä. Vaurioluokka on yksiselitteisesti V1.

24.5.2019

Uljuan tekoaltaalla olevaa Arkkusaaren maapattoa on nimitetty homogeeniseksi maapadoksi, vaikka kyseessä on tosiasiasa erään tyyppinen vyöhykepato, jossa on hyvin leveä moreenista tehty tiivistesydän kuvassa 11 harmaalla rasterilla esitettyinä. Kuvassa vyöhyke 1 on salaoja, 2 salaojasoravyöhyke, 3 pohjasuodatinvyöhyke ja 4 sorasta tehty kuivan luiskan verho on esitetty piste-rasterilla.



Kuva 11. Uljuan moreenipadon periaatekuva

Pato oli oletettavasti toiminut aluksi siten, että suotovesi oli purkautunut pohjasuodattimeen ja kulkeutunut siitä salaojasoravyöhykkeen kautta salaojaan. Pohjasuodatin oli tukkeutunut ajan oloon pitkällä matkalla moreenissa tapahtuneen sisäisen eroosion vaikutuksesta. Tämä havaittiin pohjasuodattimeen asennetuista pohjavesiputkista. Osa suotovedestä purkautui tiivistesydämeistä kuivan luiskan soraverhoukseen, joten pato ei toiminut suunnitellulla tavalla. Häiriötilanteessa oli vaarana padon kuivan luiskan sortuminen vettymisestä johtuen, koska stabiliteetti oli liian pieni. Luiskansortumia ei tapahtunut. Vaurio-luokka oli V2. Jos luiskansortuma olisi tapahtunut, olisi vaurioluokka ollut heti V1.

5.4.3.3 Melon maapatovaurio ja sen korjaaminen 2005-2006 [Laasonen & Autio, 2010]

Melon maapadon pituus on 120 metriä. Maapadon alle on rakennettu tiiviiseen pohjaan saakka ulottuva kaivinpaaluseinä. Reunoilla kaivinpaaluseinän ja maapato-osan liittymät kallioon on varmistettu injektoimalla. Patotyyppi on perinteinen vyöhykepato, jossa tiiviste on keskellä tukipenkereiden ja suodattimien välissä. Tukipenkereet ovat louhetta, suodattimet soraa ja tiiviste moreenia. Padon korkeus harjalta alkuperäisen uoman pohjan tasolle on noin 34 metriä.

Vuoto maapadossa havaittiin aamulla 25.10.2005. Eteläpäähän padon harjalle, luiskan ylätaiteen tuntumaan oli ilmestynyt noin 3,5 metrin syvyinen ja halkaisijaltaan noin neljän metrin suuruinen kuoppa. Korjaustoimiin ryhdyttiin välittömästi. Vuotoreitin selvittämiseksi kuoppaan ja yläveteen laitettiin väriainetta. Kuoppa täytettiin soralla käyttäen suodatinkangasta materiaalien erillään pitä-

24.5.2019

miseksi. Soraa meni täyttämiseen noin 50 m³. Parin päivän päästä kuopan to-dettiin painuneen noin 10 m³ verran. Padon tarkastuksessa ei havaittu liikettä eikä merkkiväriä.

Padolle tehtyjen tutkimusten tuloksena todettiin alavirran puoleisen tasanteen kohdalla pohjaveden olevan huomattavan ylhäällä, noin kahdeksan metriä alavesikorkeuden yläpuolella. Tutkimuksia jatkettiin vauriopaikalla 20 – 23 metrin syvyyteen ulottuvilla heijarikairauksilla, joilla etsittiin heikkoustoiloja ja mahdollisia tyhjätiloja. Kairaukset osoittivat tiivisteen olevan osin löyhää. Jopa tyhjätilojakin löytyi. Alatasanteelle asennettiin lisää pohjavesiputkia.

Vaurion korjaaminen aloitettiin teräsponttiseinän lyöminen maapadon moreenin läpi kaivnupaaluseinän yläpuolella olevaan teräsbetoniseinään kiinni. Sitä ennen haluttiin varmistaa, ettei ponttien lyönnin tärinä romahduta löyhtynyttä patotiivistettä. Tyhjätilat injektointiin aluksi polyuretaani-injektoinnilla ja sitten voimalaastilla.

Vuotokanavan kohdalle olevan teräspontin lyöntiä haittasi pohjamaassa olevat kallionlohkareet, eikä linjaa saatu täysin tiiviiksi. Ponttien lyönnillä oli selvä vaikutus padon kuivan puolen pohjavesipintoihin, joskin vuoto jatkui edelleen pienentyneenä.

Lopullinen vuodon tulppaus onnistui maaliskuuhun vaihteessa 2006. Vuotopaikan eteen injektointiin tiivistyskaari ja itse vuotopaikkaan syötettiin voimalaastia ja kalliomursketta. Injektointin onnistumista seurattiin viemärikameralla. Lopullinen maapadon tiivistäminen suoritettiin sementti-bentoniittilaastilla.

Kaikki työt saatiin päätökseen loppukesän 2006 aikana. Korjaustyöhön käytettiin yli 130 tonnia teräsponttia, 350 tonnia bentoniitti-sementtiseosta, 30 tonnia voimalaastia sekä 5 tonnia uretaania. Injektointi- ja tarkkailureikiä porattiin yli 3,5 kilometriä.

Vaurioluokan on arveltu olevan V2, vaikka patorakenne olikin vaurioitunut merkittävästi. Syynä on se, että Melon padon kuivan puolen tukipenger on poikkeuksellisen leveä ja loiva louhepenger, eikä syntyneen eroosiosuonen läpi tapahtuvan virtauksen eikä suuremmakaan virtauksen arvioitu voivan aiheuttaa padon sortumaa.

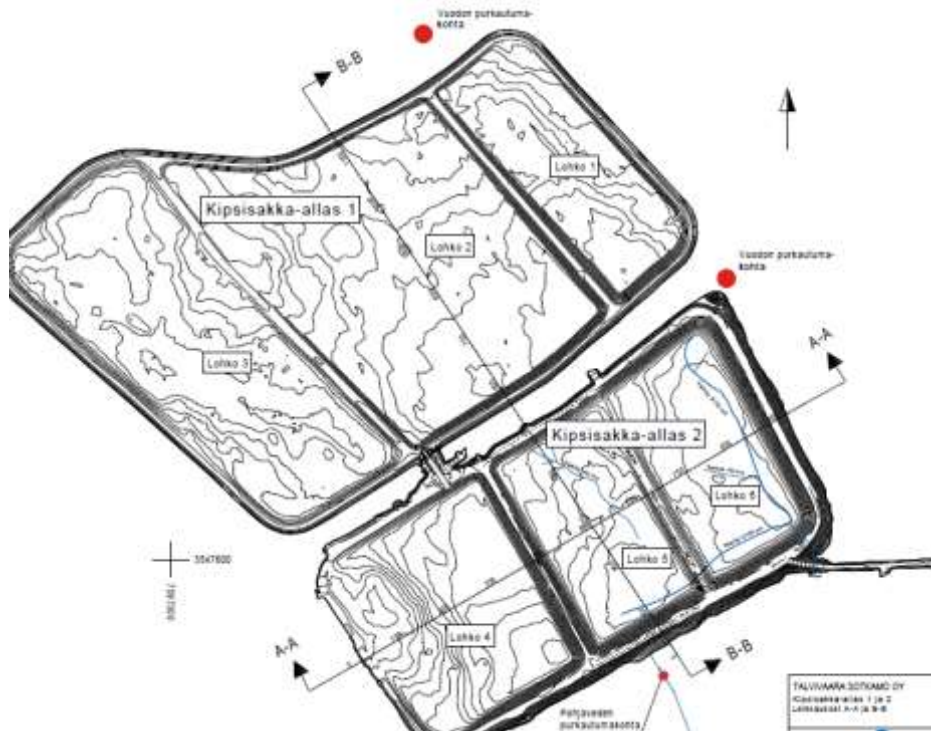
5.4.4 Kaivospatoihin liittyviä häiriötilanteita

5.4.4.1 Talvivaara, Kipsisakka-altaan vuoto 4.11.2012

Talvivaaran kaivoksen kipsisakka-altaalla 1 havaittiin vuoto 4.11.2012 tarkastuskierroksen aikana. Tapahtuma-aikaan kipsisakka-altaassa oli metallipitoista vettä ja kipsisakkaa yhteensä noin 5 Mm³. Onnettomuuden seurauksena altaasta vuoti noin 1,2 Mm³ ympäristölle vahingollista metallipitoista vettä ja sak-

24.5.2019

kaa kaivosalueen ulkopuolelle. Pääosa vuodosta suuntautui altaan alitse eteläisen jälkikäsittely-yksikön suuntaan, jossa vuotovesi aluksi varastoitui varoaltaisiin. Välittömästi alettiin rakentaa Korttelammen turvapatoa, jotta vuotovettä saataisiin mahdollisimman paljon padottua kaivosalueelle ja estettyä vuotamista eteläiseen alapuoliseen vesistöön. Pato ei kuitenkaan ehtinyt valmistua tarpeeksi nopeasti ja jätevettä täytyi juoksuttaa ulos eteläisiin lähivesiin noin 200 000 m³. Pienempi osa vuodosta, noin 20 000 m³, purkautui pohjoisen suuntaan, rataojaa pitkin alapuolisiin vesistöihin, ennen kuin rataoja tukittiin ja vuotovesi saatiin ohjattua pohjoiselle jälkikäsittely-yksikölle. Yhtiö alkoi myös pumppata vuotavan kipsisakka-altaan vesiä kipsisakka-allas kakkoseen sekä muihin varastoaltaisiin, joissa oli tilaa. Onnettomuuden leviämisen ehkäisemiseksi korotettiin myös vuodon alussa veden peitossa ollutta lohkojen 1 ja 2 välistä pengertä, jottei 2 ja 3 lohkolta tulisi enää vettä vaurioituneelle 1-lohkolle.



Kuva 12. Kipsisakka-altaan vuotokohtat

24.5.2019



Kuva 13. Ensimmäinen havaittu vuotokohta.

Vuotokohdat sijaitsivat paksun kipsisakkakerroksen alla, mikä vaikeutti vuodon alkuperän löytymistä sekä tukkimistyötä. Vuotojen tukkimiseen käytettiin bentoniittimattoja sekä kivituhkanäkkejä. Vuoto loppui vasta altaan 1-lohkon tyhjenyttyä kokonaan 15.11.2013. Vuotokohta paikannettiin kipsisakka altaan pohjarakennemuoveihin. Myöhemmin keväällä 2013 todettiin, että altaan pohjassa oli ollut yhteensä kolme vuotavaa kohtaa. Vuotanutta lohkoa 1 ei ole käytetty kipsisakan läjittämiseen onnettomuuden jälkeen.

Onnettomuuden syitä:

- Kipsisakka-allas oli vuotanut aikaisemmin kaksi kertaa vuosina 2008 ja 2010, jolloin molemmilla kerroilla altaaseen oli ollut varastoituna vettä. Kaivosyhtiö ei kuitenkaan ryhtynyt tarvittaviin toimenpiteisiin vesitaseongelman poistamiseksi. Aiemmat vuodot olivat todennäköisesti heikentäneet HDPE-kalvon alapuolisia rakenteita ja olivat omiaan edesauttamaan uuden vuodon syntymistä. Erityisesti vuotaneen lohkon 1 pohjarakenne oli heikko. Lohkon 1 altaan pohjarakenteessa ei ole bentoniittiä ja moreenikerros on ohut. Bentoniittiä on käytetty pohjarakenteissa 1 altaalla 3-lohkosta lähtien ja kakkosaltaalla kaikilla lohkoilla 4-6.
- Kipsisakka-allas oli suunniteltu tavanomaisen jätteen kaatopaikaksi ja kipsisakan varastointiin. Allasta käytettiin suunnitellun käyttötarkoituksen vastaisesti kaivosalueelle kertyneen veden varastointiin. Rakenne oli haavoittuva erityisesti välipadon ja pohjan liittymäkohdassa.
- Altaan kalvon alainen rakenne ei kestänyt kipsisakan päälle varastoidun veden hydrostaattista painetta, vaan HDPE-kalvo repeytyi ja altaaseen varastoitu vesi pääsi vuotamaan kipsisakka-altaasta.
- Happaman metallisen liuoksen pumppaaminen kipsisakka-altaille (2 kk) lisäsi vuodon ympäristövaikutuksia. Normaalisti kipsisakka-aitaiden liuos

24.5.2019

on emäksistä, vuodon aikana hyvin hapanta. Happamuus myös vapautti metalleja liuokseen.

- Kaivosyhtiön ympäristöriskienhallinnan kokonaistilannetta ei tunnettu hyvin, joten ympäristöonnettomuuksia ei kyetty ehkäisemään eikä niiden seurauksiin ollut varauduttu.
- Viranomaisten valvontaprosessit eivät kyenneet tunnistamaan ympäristöonnettomuusriskien merkittävyyttä.

Opitut hyvät käytännöt: Tapauksesta laadittiin lukuisia raportteja, tutkimuksia ja toiminnan kehittämissuunnitelmia:

- Onnettomuustutkintakeskus (raportti 5/2014) esitti keinoja ja suosituksia, joilla vastaavanlaiset onnettomuudet voitaisiin välttää tai niistä aiheutuneet seuraukset olisivat vähäisemmät. Suosituksia esitettiin ympäristöonnettomuuksien riskien arviointiin ja varautumiseen; kaivosteollisuuden lupa- ja valvontaviranomaisten yhteistyöhön, vakavien vaara- ja onnettomuustilanteiden yleisjohtajuuteen.
- Kaivosten stressitesteissä (2013) kaivokset arvioivat itse toimintaansa kysymyslomakkeen avulla. Asiantuntijaryhmä kävi läpi kaivosten itsearviointit ja antoi niistä palautetta. Raportin perusteella kaivoksilla on hyvin hallinnassa mm. patorakenteiden valvonta, pato- ja pohjavaurioiden hätkörjaukseen varautuminen, haitallisten päästöjen tunnistaminen, sähkökatkoksiin ja ilkivaltaan varautuminen sekä poikkeustilanteista tiedottaminen. Puutteina puolestaan havaittiin: vesitaseen hallinta, pohjarakenteiden valvonta, poikkeuksellisten päästöjen havaitseminen ja hallinta sekä kaivannaisjätteiden kemiallisen muuttumisen tunnistaminen, ymmärtäminen ja tarkkailu.
- Kestävän kaivostoiminnan verkosto perustettiin. Sen tarkoitus on olla neutraali foorumi kaivosalan ja sen sidosryhmien väliselle vuorovaikutukselle ilman viranomaisia.
- Ympäristönsuojeluasetusta muutettiin niin, että jatkossa ympäristölupa- viranomaisen pyytää aina lausunnon patoturvallisuusviranomaiselta kaivospatoasioissa. Patoturvallisuusviranomaisen ja ympäristönsuojeluviranomaisen ovatkin lisänneet yhteistyötä padon suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikana. Näin ollen allas- ja patoturvallisuus varmistetaan lupamenettelyssä ja viranomaisvalvonnassa; Patoturvallisuusopasta on päivitetty enemmän kaivospatoja koskevalla tiedolla. Onnettomuuden vuoksi havaittiin, että tarvitaan lisätietoa geosynteesien käytöstä ja sähköisten monitorointijärjestelmien potentiaaleista ympäristövaikutusten ehkäisemisessä. Sähköistä monitorointia on vaadittu uusimmissa kaivosten ympäristöluvuissa. Geosynteesien käytöstä tarvitaan edelleen li-

24.5.2019

sätietoa, yksi tutkimus geosynteeseistä on valmistunut (Synteettiset materiaalit kaivosten allasrakenteiden tiivisrakenteena -selvitys (OY 2/2016)).

- Ympäristöhallinnossa on järjestetty kaivosten ympäristöturvallisuuteen liittyvää koulutusta vuodesta 2014 alkaen. Koulutuksiin ovat osallistuneet viranomaiset, eri tutkimuslaitokset, konsultit ja kaivosyhtiöt. Koulutus loppuu vuoden 2019 keväällä.

Onnettomuuden häiriöluokittelu oli V1. Tilanne oli vakava ja vaati välittömiä toimia.

5.4.4.2 Luikonlahti

Padon omistaja oli havainnut 15.9.2016 iltapäivällä, että rikastushiekka-altaan reunalla olevan pumppaamon varoaltaaseen suotavan veden määrä oli lisääntynyt normaalista. Asiaa tarkemmin tutkittaessa paljastui, että vesi tuli lähteilemällä padon kuivan luiskan juuresta. Varoaltaasta oli pumpattu siihen tulevia vesiä uppopumpulla takaisin rikastushiekka-altaaseen. Rikastushiekka-altaan patoja on korotettu rikastushiekalla.



Kuva 14. Vuoto Luikonlahden rikastushiekka-altaan reunalla.

Uppopumpun letku oli liian lähellä rikastushiekkapatoa ja pumpattu vesi oli syövyttänyt rikastushiekalla korotettuun patoon kraaterimaisen onkalon. Onkalosta vesi oli kulkeutunut padon läpi varoaltaaseen.

24.5.2019



Kuva 15. Kraaterimainen onkalo

Korjaustyöt käynnistettiin suunnittelijan ohjeiden mukaisesti 16.9.2016. Kraateri täytettiin rikastushiekalla ja tasattiin padon ja ympäröivän täytön pintaan asti. Pintaan levitettiin kaksi kerrosta suodatinkangasta, siten että päällimmäisen kankaan saumat osuivat alla olevan vuodan puoliväliin asti. Suodatinkangas asennettiin padon suuntaisesti noin 15 metriä kraaterin molemmin puolin, noin 10 metriä altaan suuntaa sekä noin 3 metriä kraaterista ylös luiskan suuntaan. Suodatinkangas peitettiin noin 2 metriä paksulla rikastushiekkakerroksella.



Kuva 16. Luikonlahden korjaustyöt

24.5.2019

Kuivalle puolelle veden ulostulokohtaan tehtiin käänteissuodatin. Maata vasten levitettiin hienoainespitoista mursketta 0/56 noin metri 20x20 metriä kokoiseksi matoksi. Murskeen päälle rakennettiin noin 1,5 metriä paksu kerros louheesta 0/600. Täyttö ulotettiin noin 10 metrin päähän pulppuamiskohdasta.



kuva 17. Käänteissuodatin

Alkupato on rakennettu vuonna 1968, jonka jälkeen patoa on korotettu ylävirtaan -menetelmällä useasti. Alueella on ollut useita toimijoita ennen nykyistä padon omistajaa. Patoa on vuodon jälkeen tutkittu luotauksin ja kairamalla. On pyritty selvittämään, onko alueella hyvin vettäläpäiseviä kerroksia tai mahdollisesti varsinaisen patoon kuulumattomia rakenteita, kuten esimerkiksi vanhoja rikastushiekan purkuputkien lauta-arinoita.

Vuodon korjaustoimenpiteet ovat nykytilanteessa riittäviä. Havaintojen tueksi kaivettiin 16.10.2017 neljä koekuoppaa padon suuntaisesti vuotokohdan molemmin puolin. Kuopat täytettiin heti lähteilyn alettua mahdollisen putkieroosion pysäyttämiseksi.

Johtopäätöksissä esitettiin, että allasvesi suotautuu padon läpi rikastushiekka-altaasta odotetusti. Suotoveden pinta vaihtelee läjitystavan ja rikastushiekka-altaan vesipinnan mukaan. Vuodon aikana vettä oli kertynyt padon lähelle, mikä nosti suotoveden pintaa ja aiheutti lähteilyä. Veden pumppaus varoaltaasta takaisin rikastushiekka-altaaseen onkalon kohdalle saattoi pitää suotovesipintaa normaalia korkeammalla.

Lähteilyä estetään läjitystavalla, jossa vapaata vettä on mahdollisimman vähän padon vieressä ja suotoveden pinta alhaalla padossa. Kun rikastushiekka-al-

24.5.2019

taan patopengertä korotetaan, jatketaan suodatinta M 0/64 mm padon ulkoluis-kassa 1,5 m:n paksuudelta suunnittelijan määrittelemälle alueelle. Jos lähteilyä edelleen esiintyy, tehdään korjaustoimenpiteenä käänteissuodatin lähdekoh-taan ja harkitaan padon harjan siirtämistä rikastushiekka-altaalle suotomatkan kasvattamiseksi.

Häiriötilanneluokittelu oli V2. Suotavan veden määrä oli suurentunut, mutta vesi oli mahdollista ohjata suunnitelmien mukaisesti. Tilanne vaati kuitenkin toimia.

6 SUOSITUKSET

Patoturvallisuuden vastuut ja velvoitteet on oltava selkeästi määriteltynä. Kaik-kien osapuolien on tiedotettava oma osuutensa.

Patoturvallisuuden tietojärjestelmä on häiriötilanteen sattuessa hyvä tiedon lähde. Sen käyttö tulisi olla hallussa kaikilla osapuolilla.

Hyvin koulutetut työntekijät ovat avainasemassa onnettomuustilanteen sattu-essa.

Harjoittelulla voidaan varmistaa, että kaikki tietävät roolinsa, mikäli oikea häiriö-tilanne ilmenee. Haasteita voi aiheuttaa mm. pelastuslaitoksen vastuunotto ja velvollisuuksien jako.

Omistajavaihdoksien yhteydessä olisi hyvä pitää määrääkaistarkastus erityi-esti 1-luokan padoilla.

Häiriötilanteiden luokittelu olisi hyödyllistä Suomessa. Luokitteluun esi-tetään häiriötilanteiden jakamista vaurioihin (V) sekä toimintahäiriöihin (T). Nämä edelleen jaoteltaisiin asteikolla 1 vakava, 2 huomattava, 3 lievä.

Ensimmäisen luokan padoille on laadittu turvallisuussuunnitelma. Olisi hyvä, että kaikille padoille pohdittaisiin ja kirjattaisiin välittömät toimet häiriötilan-teessa katastrofin estämiseksi.

Patoja ja tulvapenkereitä on merkitty erilaisiin karttoihin hyvin vähäisessä mää-rin. Mikäli padot saataisiin tehokkaammin karttamerkintöihin mukaan, lisääntyisi tietoisuus padoista ja niiden sijainneista.

Ruotsissa on turvallisuussuunnitelmat laadittu vesistökohtaisesti. Tämä voisi olla varteenotettava vaihtoehto Suomessakin. Joka tapauksessa turvallisuus-suunnitelmassa on ainakin otettava huomioon mahdollinen padon ylä- ja ala-puolinen pato.

24.5.2019

7 YHTEENVETO

Suurpadot Suomen osasto ry (FINCOLD) on laatinut raportin patojen häiriötilanteiden hallinnasta Suomessa. Työryhmä perustettiin tammikuussa 2013. Kansallisen raportin ohella on tehty ICOLDin Euroopan Klubin työryhmän raportti ”Management of Dam Incidents” vuosina 2013-2017, jossa on vertailtu patojen häiriötilanteisiin liittyvää lainsäädäntöä Euroopassa sekä kerätty kokemuksia ja parhaita käytäntöjä.

Padon omistaja on velvollinen patoturvallisuuslain 27 §:n mukaan ilmoittamaan padon häiriötilanteesta patoturvallisuusviranomaiselle, kuitenkin kaikkia häiriötilanteita ei todennäköisesti ilmoiteta. Syynä voi olla, ettei padon omistajat tiedä tätä lain vaatimusta. Yksi merkittävimmistä ja yleisimmistä padoilla häiriötilanteisiin johtaneista on ollut sisäinen eroosio. Patoturvallisuuden tietojärjestelmään kirjattuja häiriötilanteita ei luokitella. Tässä raportissa on esitetty suosituksena häiriötilanteiden luokittelu kahteen ryhmään (vauriot, V ja toimintahäiriöt, T). Kumpikin ryhmä on jaettu kolmeen luokkaan (vakava, huomattava ja lievä). Menetelmää on testattu luokittelemalla raportissa esitetyt Case-tapaukset eri luokkiin.

Patojen häiriötilanteiden hallinta on jaettu kahteen osaan: varautuminen häiriötilanteisiin ja häiriötilanteiden hallinta.

Varautuminen häiriötilanteisiin käsittää patoturvallisuuslainsäädännössä esitetyt vaatimukset sekä hyvät käytännöt. Osa hyvistä käytännöistä tulee suoraan patoturvallisuuslain ja asetuksen vaatimuksista kuten tarkkailuohjelman laatiminen ja sen mukainen tarkkailu, padolla tehtävät tarkastukset, vahingonvaaraselvitys, turvallisuussuunnitelma sekä patojen turvajärjestelyt. Muita hyviä käytäntöjä ovat mm. patoturvallisuusdokumentointi ja sen saatavuus häiriötilanteissa, varautuminen tulvatilanteisiin sekä häiriötilanteiden harjoittelu.

Häiriötilanteen hallinnasta esitetään näkökohtia häiriötilanteen havaitsemisesta, rakenteellisista ja operatiivisista toimenpiteistä.

24.5.2019

8 LÄHDELUETTELO

Charles, J.A. 2001 Internal erosion in European embankment dams. ICOLD European Symposium. Geiranger, Norway, June 25-27, ss. 19-27.

European Working Group on Internal Erosion in Embankment Dams. 1998. Internal Erosion in European Dams: Case histories. Preliminary draft report.

ICOLD. 1995. Dam Failures - Statistical analysis. Bulletin 99.

ICOLD European Club. 2017. European Working Group on Management of dam incidents. Final report dated on 13th of June 2017. 31 s. <http://www.fincold.org/kansainvalinen-toiminta-icold-ja-european-club/>

Kuusiniemi, R., J.Pöllä & H.Rathmayer. 1992. Internal erosion at the Uljua earth dam. Water Power & Dam Construction, March, ss. 26-30.

Kuusiniemi R. & T.Maijala. 2002. Ovatko Suomen padot turvallisia. Vesitalous 3/2002. ss. 14-19.

Laasonen, J. 2010. Internal erosion and duration of grouting works. Case History of a small embankment dam. Proceedings of 8th ICOLD European Club Symposium. Dam Safety - Sustainability in a Changing Environment. 22nd - 23rd September 2010. Innsbruck, Austria (Edited by ATCOLD). ISBN 978-3-85125-118-0. ss. 393-396

Laasonen, J. 2014. European Working Group "Management of dam incidents". Case study: Finland. International Symposium on Dams in a Global Environmental Challenges. Bali; Indonesia, June 1st - 6th, 2014, 6 p.

Laasonen, J. & J. Autio (2010). Maapatojen sisäinen eroosio - pohjoismainen ongelma. Suurpadot - Suomen osasto ry. 1960-2010. Historiaa ja toimintaa. ISBN 978-952-92-7632-5. ss. 112- 125.

Laasonen, J. & E. Isomäki. 2018. Development of National Guidelines for Management of Dam Incidents. 26th International Congress on Large Dams (ICOLD). 1-7 July 2018. Vienna Austria. Q101. 13 s.

Patoturvallisuuslaki (429/2009)

Patoturvallisuusopas. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Padot_ja_patoturvallisuus/Opas

Ravaska, O. 1987. Piping Susceptibility of Glacial Till. 19th Congress on Large Dams. Florence, Italy. Volume II. Q73. R30. ss. 455- 471.

Ruotsalainen, H. 2009. Maapatojen vauriokorjaukset - Pamilo. Suomen ympäristökeskus. Tulva- ja patopäivät 13.-14.10.2009. 16 s.

Sisäministeriö. Yleisjohtajuutta moniviranomaistilanteissa selvittäneen työryhmän loppuraportti. Sisäministeriön julkaisu 1/2015. Helsinki 2015.

USCOLD. 1975. Lessons from Dam Incidents, USA. The Committee on Failures and Accidents to Large Dams of the United States Committee on Large Dams.

USCOLD. 1988. Lessons from Dam Incidents, USA-II. The Committee on Failures and Accidents to Large Dams of the United States Committee on Large Dams.



24.5.2019

Valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta (319/2010).

[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulvakeskus/Ajankohtainen_tulvatilanne\(27993\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulvakeskus/Ajankohtainen_tulvatilanne(27993)). Ajankohtainen tulvatilanne. 23.11.2018.