



Patoturvallisuusopas

EIJA ISOMÄKI | TIMO MAIJALA | MIKKO SULKAKOSKI | TIMO REGINA | MILLA TORKKEL (TOIM.)



Patoturvallisuusopas

Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

EIJA ISOMÄKI

TIMO MAIJALA

MIKKO SULKAKOSKI

TIMO REGINA

MILLA TORKKEL (TOIM.)

RAPORTEJA 89 | 2012
Julkaisu päivitetty 12/2018

PATOTURVALLISUUSOPAS

Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Taitto: Grano Oy/KAIELY 2018
Kansikuva: Pekka Vuola: Kivi- ja Levalammen pato, Kurikka

ISBN 978-952-257-619-4 (painettu)
ISBN 978-952-257-620-0 (PDF)

ISSN-L 2242-2846
ISSN 2242-2846 (painettu)
ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)

URN:ISBN:978-952-257-620-0

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus

ALKUSANAT	3
1 JOHDANTO	4
2 PATOTURVALLISUUTTA KOSKEVIEN SÄÄDÖSTEN SOVELTAMINEN	5
2.1 Lait ja asetukset.....	5
2.2 Soveltamisala ja padon määritelmä.....	5
2.3 Viranomaiset ja lain valvonta.....	6
2.4 Padon omistajan velvollisuudet	6
2.5 Pätevyysvaatimukset.....	7
3 PADON SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN	8
3.1 Suunnitteluvaatimukset.....	8
3.1.1 Yleistä	8
3.1.2 Hydrologinen mitoitus	9
3.1.3 Tekniset turvallisuusvaatimukset	10
3.1.4 Tulvapenkereiden erityispiirteet.....	13
3.2 Patoturvallisuutta koskevat selvitykset lupahakemuksessa	14
3.3 Padon rakentaminen, muutos- ja korjaustyöt.....	15
3.4 Käyttöönotto ja maastotarkastukset	16
4 PADON LUOKITTELU JA PATOTURVALLISUUSASIAKIRJAT	18
4.1 Patoluokat ja niiden kriteerit.....	18
4.2 Tietojärjestelmät ja patoturvallisuuskansio	20
4.2.1 Tietojärjestelmät	20
4.2.2 Patoturvallisuuskansio	21
4.3 Tarkkailuohjelma	22
4.4 Luokittelupäätös ja asiakirjojen hyväksyminen.....	23
4.5 Patoturvallisuusasiakirjojen julkisuus ja tiedottaminen.....	23
5 VAHINGONVAARASELVITYS, TURVALLISUUSUUNNITELMA JA ONNETTOMUUSTILANTEET	25
5.1 Vahingonvaaraselvitys	25
5.1.1 Yleistä	25
5.1.2 Sortumatapausten vertailu	26
5.1.3 Tulva-aallon etenemisen selvittäminen	26
5.1.4 Vahinkoarvioiden laatiminen.....	27
5.1.5 Jäte- ja kaivospatojen vahingonvaara	27
5.1.6 Vahingonvaaraselvityksen sisältö.....	28
5.1.7 Vahingonvaaraselvityksen päivittäminen.....	28
5.2 Padon turvallisuussuunnitelma	29
5.2.1 Yleistä.....	29
5.2.2 Pato-onnettomuusvaarasta tiedottaminen.....	30
5.2.3 Padon omistajan sekä eri viranomaisten tehtävät pato-onnettomuuden sattua.....	30
5.2.4 Toimintavalmiuden ylläpitäminen – koulutus ja harjoittelu	31
5.3 Pato-onnettomuuksiin varautuminen ja toiminta onnettomuus-tilanteissa.....	32
5.4 Riskianalyysin käyttö patoturvallisuudessa.....	33

6 PADON KUNNOSSAPITO, KÄYTTÖ, TARKKAILU JA TARKASTUKSET.....	34
6.1 Padon kunnossapito	34
6.2 Padon käyttö.....	35
6.2.1 Yleistä.....	35
6.2.2 Padon käytön turvajärjestelyt	35
6.3 Tarkkailu ja tarkastukset	36
6.3.1 Yleistä.....	36
6.3.2 Tarkkailu.....	36
6.3.3 Vuositarkastus.....	37
6.3.4 Määräaikaistarkastus	38
6.3.5 Häiriötilanteet	41
6.4 Padon käytön lakkaaminen.....	41
KIRJALLISUUS.....	43
LIITTEET	45
Liite 1 Patoturvallisuuskansion kansilehti	45
Liite 2 Padon omistajan ja viranomaisen yhteystiedot.....	46
Liite 3 Toteuma-asiakirjaluettelo	47
Liite 4a Padot ja erilaiset patojaksot.....	48
Liite 4b Aukot ja kynnykset.....	49
Liite 5 Padotusalueen päämitat	50
Liite 6a Hydrologiset mitoitusarvot	51
Liite 6b Hydrologiset mitoitusarvot kaivos- ja jätepadoilta.....	53
Liite 7 Padon tarkkailuohjelma	54
Liite 8a Kuvaus padon turvajärjestelyistä.....	56
Liite 8b Kuvaus kaivos- tai jätepadon turvajärjestelyistä	57
Liite 9 Esimerkkejä padon korkeuden mittaamisesta	58
Liite 10 Vesistöpadon hydrologinen mitoitus	60
Liite 11 Maapadot	66
Liite 12 Betonipadot	73
Liite 13 Juoksutusluukut ja vedenpinnan mittaus.....	77
Liite 14 Maapatosten sortumatapausten vertailu	79
Liite 15 Vahingonvaaraselvityksen tulosten esittäminen.....	80
Liite 16 Patosortuman aiheuttaman ihmishenkien menetyksen arviointimenetelmä	84
Liite 17 Padon riskianalysistä.....	86
Liite 18 Käsiteluettelo selityksineen	90
KUVAILULEHTI.....	94
PRESENTATIONSBLAD.....	95
DOCUMENTATION PAGE.....	96

ALKUSANAT

Maa- ja metsätalousministeriö asetti 7.8.2007 työryhmän valmistelemaan patoturvallisuuslainsäädännön uudistamisen toimeenpanoa. Työryhmän toimikausi oli 15.8.2007 - 30.4.2008. Työryhmän tuli valmistella ehdotus patoturvallisuusoppaaksi sekä kommentoida luonnosta patoturvallisuusasetukseksi. Lisäksi työryhmän oli valmisteltava ehdotus patoturvallisuusvalvonnan ja patoturvallisuuden asiantuntija- ja kehittämistehtävien järjestämisestä alueellisissa ympäristökeskuksissa (nykyisissä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksissa) sekä laadittava ehdotus patoturvallisuuden ylläpitämiseksi tarvittavan osaamisen säilyttämiseksi ja kehittämiseksi.

Työryhmän puheenjohtajaksi nimitettiin vesiylitarkastaja Leena Westerholm maa- ja metsätalousministeriöstä, varapuheenjohtajaksi yli-insinööri Martti Kujanpää Länsi-Suomen ympäristökeskuksesta ja jäseniksi ympäristöneuvos Jukka Matinvesi ympäristöministeriöstä, vanhempi hallitussihteeri Elma Solonen maa- ja metsätalousministeriöstä, suunnitteluinsinööri Outi Pyy Suomen ympäristökeskuksesta, kehityspäällikkö Jussi Pyöry Energiateollisuus ry:stä sekä DI Seppo Voutilainen Kaivannaisteollisuus ry:stä. Työryhmän pysyviksi asiantuntijoiksi nimettiin toiminnon päällikkö Juha Laasonen Fortum Oyj:stä ja yli-insinööri Risto Kuusiniemi Suomen ympäristökeskuksesta. Työryhmän sihteereinä ovat toimineet kehitysinsinööri Timo Maijala Suomen ympäristökeskuksesta ja suunnittelija Kirsi-Marja Haanpää Hämeen ympäristökeskuksesta.

Työryhmän työn lähtökohtana oli aiemmin toimineen patoturvallisuuslakityöryhmän loppuraportissa (mmm 2007:3) esitetty luonnos uudeksi patoturvallisuuslaiksi sekä siitä saadut lausunnot. Työryhmällä oli käytössään Suomen ympäristökeskuksessa laadittu ehdotus patoturvallisuusohjeiden päivittämisestä. Merkittävän työpanoksen oppaaseen antoivat johtava hydrologi Bertel Vehviläinen ja hydrologi Noora Veijalainen Suomen ympäristökeskuksesta hydrologisen mitoituksen osalta sekä kehitysinsinööri Mikko Huokuna Suomen ympäristökeskuksesta vahingonvaaraselvityksen osalta.

Vuonna 2012 julkaistu opas on päivitetty Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksessa (ELY-keskuksessa), tekijöinä Eija Isomäki, Milla Torkkel, Mikko Sulkakoski, Timo Regina ja Timo Maijala. Tässä päivityksessä on kiinnitetty aiempaa laajemmin huomiota jätepatoihin, erityisesti kaivospatoihin.

1 JOHDANTO

Uusi patoturvallisuuslaki (494/2009) tuli voimaan 1.10.2009 ja valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta (319/2010) 5.5.2010. Ne korvaavat vuodelta 1984 olevan patoturvallisuuslain (413/1984) ja -asetuksen (574/1984). Tämä patoturvallisuusopas korvaa patoturvallisuusohjeet (MMM:n julkaisuja 7/1997), jotka poistuivat käytöstä 1.10.2009. Patoturvallisuusoppaassa esitetty ei ole padon omistajaa sitovaa, vaan oppaan tarkoitus on täydentää ja selventää esimerkein ja selostuksin laissa ja asetuksessa esitettyä. Padon omistajaa oikeudellisesti sitovia ovat vain laista ja asetuksesta tulevat vaatimukset ja velvollisuudet.

Patoturvallisuuslain mukaisen toiminnan yleinen ohjaus, seuranta ja kehittäminen kuuluvat maa- ja metsätalousministeriölle.

Laissa tarkoitettuna patoturvallisuusviranomaisena toimii koko maassa Kainuun ELY-keskus.

Lainsäädännön uudistuksella patoturvallisuuden sääntely on saatettu vastaamaan hyviksi havaittuja ja toimivia käytäntöjä, jotka ovat kehittyneet osin ilman lainsäädännön tukea. Aikaisemmat käytännöt perustuivat pitkälti patoturvallisuusohjeisiin, joilla ei kuitenkaan ollut oikeudellista sitovuutta. Tarkoituksena on ollut, että käytännöt on vahvistettu kirjamalla perussäännökset padon omistajan vastuista ja velvollisuuksista uuteen patoturvallisuuslakiin. Lakiin sisällytettiin säädöksiä padon suunnittelusta, rakentamisesta, käytöstä, kunnossapidosta, tarkkailusta, tarkastuksista, onnettomuustilanteisiin varautumisesta sekä patoturvallisuuden valvonnasta.

Lakiin ei sisälly lupamenettelyä, vaan padon rakentamisen luvanvaraisuus perustuu edelleenkin muihin lakeihin, lähinnä vesilakiin, ympäristönsuojelulakiin sekä maankäyttö- ja rakennuslakiin. Patoturvallisuuslaki täydentää niitä lupamenettelyssä huomioon otettavilla patoturvallisuusnäkökohdilla.

Lain soveltamisala on laajempi kuin vanhassa laissa. Kolmen metrin rajauksesta on luovuttu ja padon omistajalle asetettavat vaatimukset porrastetaan padosta aiheutuvan vahingonvaaran mukaan luokittelemalla padot kolmeen luokkaan. Luokat 1, 2 ja 3 vastaavat aikaisemmin käytössä olleita luokkia P, N ja O. Luokittelua ei tarvitse tehdä, jos patoturvallisuusviranomaisen katsoo, että padosta ei aiheudu vaaraa. Aikaisemmasta poiketen myös kaivostoimintaan liittyvät maanpäälliset padot tulivat patoturvallisuuslain piiriin ja niiden patoturvallisuuden valvonta siirtyi Turvatekniikan keskukselta patoturvallisuusviranomaisille. Kaivospadot ovat yleensä kaivospiirin alueella sijaitsevia jätepatoja tai kaivospiirin alueella sijaitsevia vesistöpatoja, joita käytetään vedenottotarkoitukseen. Padon määritelmän mukaan voi olla kyse pysyvästä tai tilapäisestä padottamisesta, joten myös työpadot ja tulvapenkereet kuuluvat lain piiriin. Lakia ei sovelleta kanavien sulkurakenteisiin, mutta sulkurakenteisiin liittyvät maapatorakenteet saattavat kuulua lain soveltamisalaan.

Padon omistajan on laadittava vahingonvaaraselvitys 1-luokan padosta ihmisille, omaisuudelle sekä ympäristölle aiheutuvasta vahingonvaarasta. Patoturvallisuusviranomaisen voi päättää, että vahingonvaaraselvitys on tehtävä myös muusta kuin 1-luokan padosta, jos se on tarpeen padon luokittelua tai luokan muuttamistarpeen arviointia varten. Padon omistajan tulee laatia padon turvallisuussuunnitelma toimenpiteistä 1-luokan padon onnettomuus- ja häiriötilanteissa. Turvallisuussuunnitelmassa on kyse padon omistajan omatoimisesta varautumisesta vaaratilanteisiin. Pelastusviranomaisen arvioi tapauskohtaisesti pelastustoimen suunnitelmien tarpeellisuuden mm. patoturvallisuuslain nojalla laadittujen selvitysten ja patoturvallisuusviranomaisen antamien tietojen perusteella.

Padon omistajan on laadittava luokitellulle padolle tarkkailuohjelma patoturvallisuuteen vaikuttavien seikkojen tarkkailusta padon käyttöönoton ja käytön aikana. Erillistä tarkkailuohjelmaa ei tarvita, jos vastaavia seikkoja tarkkaillaan muun lain mukaisesti patoturvallisuusviranomaisen hyväksymällä tavalla. Padon omistajan on tarkastettava 1- ja 2-luokan padon turvallisuus vähintään kerran vuodessa ja annettava 1-luokan padon tarkastuksesta laadittu kirjallinen raportti tiedoksi patoturvallisuusviranomaiselle. Padon omistajan on järjestettävä viiden vuoden välein tai tarvittaessa useamminkin 1-, 2- ja 3-luokan padoilla määräaikaistarkastus, johon patoturvallisuusviranomaisella ja pelastusviranomaisella on oikeus osallistua. Padon omistajan on annettava 1- ja 2-luokan padon tarkastuksesta laadittu kirjallinen raportti tiedoksi patoturvallisuusviranomaiselle.

Padon omistajan tulee toimittaa tietojärjestelmään merkitsemistä varten patoturvallisuusviranomaiselle omat yhteystietonsa ja padon käyttöhenkilöstön yhteystiedot sekä patoa koskevat asetuksessa säädetyt tekniset tiedot. Patoturvallisuusviranomaisen ja padon omistajan tulee säilyttää kustakin padosta ajantasaiset tulosteet tietojärjestelmästä sekä muut padon turvallisuuden kannalta tärkeät asiakirjat siten, että ne ovat mahdollisissa häiriötilanteissa nopeasti saatavilla.

2 PATOTURVALLISUUTTA KOSKEVIEN SÄÄDÖSTEN SOVELTAMINEN

2.1 Lait ja asetukset

Tämän oppaan perustana ovat patoturvallisuuslaki 494/2009 (PTL) ja valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta 319/2010 (PTA). Laki ja asetus ovat saatavissa sähköisessä muodossa osoitteista:

- patoturvallisuuslaki: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090494>
- valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100319>.

Tässä oppaassa on viitattu myös seuraaviin lakeihin ja asetuksiin:

- hallintolainkäyttölaki (586/1996)
- jätelaki (646/2011)
- kaivoslaki (621/2011)
- laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (621/1999), asetus viranomaisten toiminnan julkisuudesta ja hyvästä tiedonhallintatavasta (1030/1999)
- laki ympäristövahinkojen korvaamisesta (737/1994)
- maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)
- pelastuslaki (379/2011), valtioneuvoston asetus pelastustoimesta (407/2011) ja Sisäministeriön asetus erityistä vaaraa aiheuttavien kohteiden ulkoisesta pelastussuunnitelmasta (612/2015)
- vahingonkorvauslaki (412/1974)
- valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013)
- vesilaki (587/2011), valtioneuvoston asetus vesitalousasioista (1560/2011)
- ympäristönsuojelulaki (527/2014), valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2014).

2.2 Soveltamisala ja padon määritelmä



PTL 2 § *Soveltamisala*

Tätä lakia sovelletaan patoihin niihin kuuluvine rakennelmineen ja laitteineen riippumatta siitä, mistä aineesta tai millä tavalla pato on rakennettu tai mitä ainetta sillä padotetaan. Mitä tässä laissa säädetään padosta, koskee myös tulvapenkereitä. Tätä lakia ei sovelleta kanavien sulkurakenteisiin.

PTL 4 § *Määritelmät*

Tässä laissa tarkoitetaan:

- 1) *padolla* seinämäistä tai vallimaista rakennetta, jonka tarkoituksena on pysyvästi tai tilapäisesti estää rakenteen takana olevan nesteen tai nestemäisesti käyttäytyvän aineen leviäminen taikka säädellä padotun aineen pinnan korkeutta;
- 2) *vesistöpadolla* vesistöissä olevaa patoa;
- 3) *jätepadolla* patoa, jolla padotetaan terveydelle tai ympäristölle haitallisia tai vaarallisia aineita;
- 4) *tulvapenkereellä* rakennetta, jonka tarkoituksena on estää veden leviäminen vesistön tai meren tavanomaista korkeamman vedenkorkeuden aikana;

Patoja ovat vesistöpadot sekä terveydelle tai ympäristölle haitallisia tai vaarallisia aineita padottavat jätepadot. Kaivostointaan liittyviä kaivospiirin alueella sijaitsevia patoja kutsutaan kaivospadoiksi. Kaivospadot ovat joko jäte- tai vesistöpatoja.

Patoturvallisuuslakia sovelletaan myös tilapäisesti padottaviin rakenteisiin. Näitä ovat esimerkiksi rakenteina pysyvät, mutta vain tavanomaista korkeamman vedenpinnan aikana padottavat tulvapenkereet ja väliaikaisiksi tarkoitettut padot kuten työpadot.

Tässä oppaassa yleisnimellä pato tarkoitetaan yleensä kaikkia saman patoaltaan patorakenteita ja padoituksen käyttö rakenteita sekä tulvapenkereitä. Patoturvallisuuslakia ei sovelleta kaivosten ja niiden tunneleiden maanalaisiin padottaviin rakenteisiin, joihin sovelletaan kaivoslain (621/2011) säännöksiä.

2.3 Viranomaiset ja lain valvonta



PTL 5 § *Viranomaiset*

Tämän lain mukaisen toiminnan yleinen ohjaus, seuranta ja kehittäminen kuuluvat maa- ja metsätalousministeriölle.

Tässä laissa tarkoitettuna patoturvallisuusviranomaisena toimii patoturvallisuusasioissa toimivaltainen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Maa- ja metsätalousministeriö voi määrätä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen toimimaan patoturvallisuusviranomaisena toisen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen toimialueella.

Maa- ja metsätalousministeriö on määrännyt Kainuun ELY-keskuksen toimimaan patoturvallisuusviranomaisena koko maassa.

Pelastustoimen suunnitelmien laadinta pato-onnettomuuksien varalle sekä pelastustoiminta onnettomuustilanteissa kuuluvat pelastusviranomaiselle pelastuslain (379/2011) mukaisesti.

2.4 Padon omistajan velvollisuudet



PTL 4 § *Määritelmät*

Tässä laissa tarkoitetaan:

5) *padon omistajalla* padon omistajaa, haltijaa tai sitä, jonka tehtävänä on huolehtia padon suunnittelusta, rakentamisesta, käytöstä ja kunnossapidosta.

Seuraavassa on tarkasteltu joiltakin osin padon omistajan velvollisuuksia, jotka käyvät tarkemmin ilmi patoturvallisuuslain ja -asetuksen eri pykälistä ja joita on selostettu tämän oppaan eri kohdissa.

Padon omistajaksi ymmärretään käytännössä henkilö tai taho, joka on ilmoitettu patoturvallisuusviranomaiselle padosta vastaavaksi. Padon omistajan vaihtuessa on padon omistuksesta luopuvan toimitettava patoturvallisuuskansio uudelle omistajalle ja ilmoitettavan omistajan vaihtumisesta patoturvallisuusviranomaiselle (PTL 33 §).

Padon omistajan yleisenä velvollisuutena on suunnitella ja rakentaa pato siten, ettei sen käyttämisestä aiheudu vaaraa turvallisuudelle (PTL 7 §). Tämä velvollisuus koskee myös padon korjaus- ja muutostöitä (PTL 22 §).

Padon omistaja on velvollinen pitämään padon sellaisessa kunnossa, että pato toimii suunnitellulla tavalla ja on turvallinen (PTL 15 §). Patoa tulee käyttää siten, että käytöstä ei aiheudu vaaraa ihmishengelle ja terveydelle (PTL 16 §).

Padon omistaja pitää padolla määräaikaistarkastuksen vähintään 5 vuoden välein (19 §) sekä järjestää padon tarkkailun tarkkailuohjelman mukaisesti (17 §).

Padon omistaja vastaa mahdollisista pato-onnettomuuksista aiheutuvista vahingoista siten kuin vahingonkorvauslaissa (412/1974), vesilaissa (587/2011) ja laissa ympäristövahinkojen korvaamisesta (737/1994) säädetään. Patoturvallisuusviranomaisen oikeus valvoa padon turvallisuutta ei poista tai vähennä padon omistajan vastuita. Patoturvallisuuslain 35 §:ssä on myös säädetty patoturvallisuusrikkomuksesta, joka johtaa sakkorangaistukseen.

Padon omistajan on toimitettava patoturvallisuusviranomaiselle patoturvallisuusasiakirjat (PTL 14 §) sekä omat ja käyttöhenkilöstön yhteystiedot sekä valtioneuvoston asetuksella säädettävät tekniset tiedot (33 §). Padon omistaja huolehtii tietojen ajantasaisuudesta. Padot luokitellaan niiden aiheuttaman vahingonvaaran mukaan (PTL 11 §) ja vaadittavat asiakirjat riippuvat padon luokasta. Tämän oppaan luvussa 4 on selostettu tarkemmin patojen luokittelua ja asiakirjojen sisältöä.

Padon omistajalla on velvollisuus pato-onnettomuuksien ehkäisemiseen ja onnettomuudesta aiheutuvien vahinkojen rajoittamiseen (PTL 24 §). Pelastuslain (379/2011) 3 §:n mukainen toimintavelvollisuus vaarasta ilmoittamiseen, hätäilmoituksen tekemiseen ja kykynsä mukaiseen pelastustoimintaan ryhtymiseen koskee jokaista, joka huomaa onnettomuuden tapahtuneen tai uhkaavan. Padon omistajan tulee ilmoittaa patoa koskevasta häätäilmoituksesta välittömästi patoturvallisuusviranomaiselle (PTL 27 §). Padon omistajan tulee ilmoittaa padolla sattuneesta muustakin patoturvallisuuden kannalta poikkeuksellisesta tilanteesta viipymättä patoturvallisuusviranomaiselle (PTL 27 §). Tällaisesta häiriötilanteesta tehtävässä ilmoituksessa tulisi kuvata häiriötilanteeseen johtaneet tapahtumat ja annettava tarpeelliset selvitykset patoturvallisuuden valvonnan kannalta.

Mikäli padon omistaja ei kykene huolehtimaan padon turvallisuudesta tai padolle asetetuista tarkkailuvelvoitteista tai padosta uhkaa aiheutua vaaraa, padon omistajan tulisi ilmoittaa tästä välittömästi patoturvallisuusviranomaiselle. Ilmoitus ei poista padon omistajan velvollisuutta huolehtia padon turvallisuudesta.

Padon omistajalla on velvollisuus selvittää patoan koskevat säännökset ja määräykset sekä oma-aloitteisesti huolehtia niiden noudattamisesta. Patoturvallisuusviranomaiset antavat apua säännösten ja ohjeiden tulkinnaissa sekä tiedottavat säännöksistä, määräyksistä ja patoturvallisuusoppaasta patojen omistajille, mutta tämä ei vähennä omistajan omaa velvollisuutta ottaa selvää asioista.

2.5 Pätevyysvaatimukset



PTL 6 § Pätevyysvaatimukset

Padon rakentamista koskevan suunnitelman laatijalla sekä padon käytöstä, tarkkailusta ja tarkastuksista vastaavalla henkilöllä on padon laatu ja siitä aiheutuva vahingonvaara huomioon ottaen oltava riittävä asiantuntemus patoturvallisuusasioissa. Tarkemmin pätevyysvaatimuksista säädetään valtioneuvoston asetuksella.

PTA 1 § Pätevyysvaatimukset

Padon suunnittelijalla on oltava soveltuva koulutus sekä riittävä asiantuntemus ja kokemus vastaavien rakenteiden suunnittelusta.

Padon käytöstä vastaavalla henkilökunnalla on oltava riittävä perehtyneisyys padon turvallisuuteen vaikuttaviin olosuhteisiin, käyttöön ja turvajärjestelmiin.

PTL 6 §:n mukaan padon suunnittelijalla on oltava riittävä asiantuntemus patoturvallisuusasioissa ja PTA 1 §:n mukaan riittävän asiantuntemuksen lisäksi soveltuva koulutus ja kokemus vastaavien rakenteiden suunnittelusta. On suositeltavaa, että myös tarkkailuohjelman laatijalla on samantasoinen pätevyys kuin padon suunnittelijalla. Liitteessä 11 on tarkasteltu maapadon ja liitteessä 12 betonipadon suunnittelijan pätevyyttä.

PTL 6 §:n mukaan padon käytöstä, tarkkailusta ja tarkastuksista vastaavalla henkilöllä on oltava riittävä asiantuntemus patoturvallisuusasioissa. PTA 1 §:n 2 momentin mukaan padon käytöstä vastaavalla henkilökunnalla on oltava riittävä perehtyneisyys padon turvallisuuteen vaikuttaviin olosuhteisiin, käyttöön ja turvajärjestelmiin. Käyttöhenkilöstön riittävä perehtyneisyys saadaan varmistettua tarvittavalla opastuksella ja koulutuksella. Padon tarkkailun tiheys on patokohtaista. Se voi olla esimerkiksi jatkuvaa, viikoittaista tai 3 kuukauden välein tapahtuvaa. Padon tarkastuksia ovat padon rakentamisen aikaiset ja padon käyttöönottoon liittyvät tarkastukset, vuositarkastukset ja määräaikaistarkastukset.

Määräaikaistarkastusta koskevan PTL 19 §:n 2 momentin mukaan patoturvallisuusviranomaiselle on ennen tarkastusta esitettävä 6 §:n mukaiset pätevyysvaatimukset täyttävän asiantuntijan alustava arvio padon kunnosta. Samat pätevyysvaatimukset koskevat myös varsinaisen määräaikaistarkastuksen asiantuntijaa ja 19 §:n 3 momentin mukaista mahdollista kuntoarviota.

3 PADON SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

3.1 Suunnitteluvaatimukset

3.1.1 Yleistä



PTL 7 § *Yleinen velvollisuus*

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

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

PTL 8 § *Padon suunnittelu*

Padon rakentamista varten laadittavassa suunnitelmassa on esitettävä, miten tämän lain mukaiset patoturvallisuusvaatimukset on otettu huomioon.

Padon omistajan on hyödyllistä olla yhteydessä patoturvallisuusviranomaiseen jo suunnittelun alkuvaiheissa, jolloin varmistetaan patoturvallisuusvaatimusten asianmukainen huomioon ottaminen. Padon suunnittelusta vastaavalla on oltava riittävä asiantuntemus patoturvallisuusasioissa (PTL 6 §), kuten kohdassa 2.5 esitetään. Padon omistajan tulee toimittaa padon rakentamista varten laadittavat suunnitelmat patoturvallisuusviranomaiselle.

Luikonlahden rakenteilla oleva kaivospato Kaavissa, 2011 (Timo Regina)



Ainakin merkittävässä hankkeissa nimetään pääsuunnittelija, joka voi olla samalla hankkeen maa- tai betonipadon suunnittelija. Pääsuunnittelija vastaa eri osa-alueista kuten hydrologisesta mitoituksesta, maa- ja betonipatojen sekä säännöstely- ja juoksutusrakenteiden suunnitelmista ja niiden yhteensovittamisesta. Suunnitelmaan tulee sisältyä varsinaisten rakenteiden lisäksi myös ne padon turvallisuustarkkailuun kuuluvat tarkkailulaitteet, jotka on asennettava patoon rakennustyön yhteydessä. Padon toiminta tarkastellaan olosuhteiden edellyttämässä laajuudessa. Tarkasteltavia tilanteita eri olosuhteissa ovat padon ja uomien toiminta sekä mahdollisen ylipadotuksen suuruus ja kesto. Eri olosuhteita ovat tavanomaiset käyttötilanteet kesä- ja talviaikaan, tulvatilanteet kuten mitoitustulvatilanteet sekä käyttöhäiriöistä ja -virheistä johtuvat tilanteet.

PTA 2-5 §:ssä on säädetty hydrologisesta mitoituksesta ja padoille asetettavista teknisistä turvallisuusvaatimuksista. Käytäntöä on selvennetty tarkemmin kohdissa 3.1.2 ja 3.1.3 sekä liitteissä 10-13. Tulvaperkeiden erityispiirteitä on käsitelty kohdassa 3.1.4.

3.1.2 Hydrologinen mitoitus



PTL 7 § 2 mom. *Yleinen velvollisuus*

Padon hydrologisesta mitoituksesta --- säädetään tarkemmin valtioneuvoston asetuksella.

PTA 2 § *Vesistöpadon hydrologinen mitoitus*

Vesistöpato mitoitetaan virtaamalle, joka aiheuttaa padolla suurimman juoksutustarpeen. Mitoitus esitetään tätä virtaamaa vastaavan tulvan (*mitoitustulva*) vuotuisena todennäköisyytenä tai toistuvuutena.

Vesistöpadon mitoitustulvana käytetään tulvaa, joka esiintyy:

- 1) 1-luokan padolla 0,02 – 0,01 prosentin todennäköisyydellä eli keskimäärin kerran 5 000 – 10 000 vuodessa;
- 2) 2-luokan padolla 0,2 – 0,1 prosentin todennäköisyydellä eli keskimäärin kerran 500 – 1 000 vuodessa;
- 3) 3-luokan padolla 1 – 0,2 prosentin todennäköisyydellä eli keskimäärin kerran 100 – 500 vuodessa.

Vesistöpato mitoitetaan siten, että mitoitustulvan aikana padotusaltaan vedenkorkeus ei ylitä padon turvallista vedenkorkeutta, kun padon juoksutuskapasiteetti ilman voimalaitoksen koneistovirtaamia on käytössä.

PTA 3 § *Muun padon hydrologinen mitoitus*

Vesistöpadon hydrologista mitoitusta käytetään soveltuvin osin myös muiden patojen hydrologiseen mitoitukseen.

Tulvaperkeen hydrologinen mitoitus tehdään tulvasuojelun tarpeen mukaan.

Vesistöpato mitoitetaan virtaamalle, joka aiheuttaa padolla suurimman juoksutustarpeen. Mitoitus esitetään tätä virtaamaa vastaavan tulvan (mitoitustulva) vuotuisena todennäköisyytenä tai toistuvuutena (PTA 2 §). Padoilla, joilla ei ole merkittävää yläpuolisten järvien säännöstelytilavuutta käytössä, mitoitustulva on sama kuin suurin tulovirtaama padolla. Jos merkittävää säännöstelytilavuutta on, mitoitustulva ei yleensä ole tulovirtaamaltaan suurin tulva, joka on useimmiten kevättulva, vaan suurin juoksutustarve ja mitoitustulva ajoittuvat useimmiten kesään tai syksyyn, jolloin padon yläallas ja yläpuoliset säännöstellyt järvet ovat täynnä ja varastotilavuutta on vähän (Veijalainen & Vehviläinen 2008).

Vesistöpatojen mitoitustulva määritetään virtaamahavaintoihin perustuvalla toistuvuusanalyysillä tai hydrologisella mallilaskennalla, joita on selostettu tämän oppaan liitteessä 10. PTA 2 §:n mukaan vesistöpato mitoitetaan siten, että mitoitustulvan aikana padotusaltaan vedenkorkeus ei ylitä padon turvallista vedenkorkeutta, kun padon juoksutuskapasiteetti ilman voimalaitoksen koneistovirtaamia on käytössä. Padon aukkojen ja kynnysten purkauskyvyn laskennassa käytetyt kaavat ja purkautumiskertoimet on esitettävä.

Padon turvallisena korkeutena, jota padotusaltaan vedenkorkeus ei saa ylittää mitoitustulvan aikana, pidetään hätäylivedenkorkeutta (hätä-HW). Hätäylivedenkorkeus on ylivedenkorkeus, jonka ylittäminen voi aiheut-

taa muutoksia patorakenteissa. Esimerkiksi maapadoilla hätäylivedenkorkeus on yleensä tiivisteosan yläpinnan korkeus. Hätäylivedenkorkeus on merkittävä patoturvallisuuslomakkeisiin ja samalla on selvitettävä, miten hätäylivedenkorkeus on määritetty.

Hydrologiset mitoitusravot esitetään liitteiden 6 ja 6a lomakkeilla. Arvojen määrittämisessä sovelletaan mahdollisuuksien mukaan liitteessä 10 esitettyjä ohjeita. Aikasarja-analyysin lisäksi myös mallilaskentaan (liite 10) ja suurimman mahdollisen tulvan arviointiin perustuvia mitoitusmenetelmiä voidaan käyttää. Laajoissa ja säännöstellyissä vesistöissä mallilaskenta on usein suositeltava tapa selvittää mitoitustulvan eteneminen. Näissäkin tapauksissa on kuitenkin aina esitettävä padon luokittelua vastaava toistumisajan perusteella määräytyvä mitoitustulva-arvo ja sen laskentaperusteet.

Jäte- ja kaivospatojen hydrologinen mitoitus on osa laitoksen tai kaivoksen vesitasetta. Altaiiin ei useimmiten pääse altaan ulkopuolisia valumavesiä, jolloin mitoitustulva muodostuu suorasta sadannasta ja sulamisenaikaisesta allasalueen valumasta sekä altaan käyttöön liittyvästä täytöstä. Hydrologisessa mitoituksessa tulee ottaa huomioon altaan tarvittava varastokapasiteetti myös häiriötilanteiden varalta. Erityisesti tämä tulee huomioida, mikäli esimerkiksi ympäristölupamääräykset rajoittavat juoksutuksia. Muutoin jäte- ja kaivospadoille sovelletaan vesistöpadoille esitettyjä mitoitustulvan toistuvuuksia, joiden mukaan altaan juoksutuskapasiteetti tulee mitoittaa.

Tulvapenkereen mitoitustulva ja vedenkorkeus, jonka aikainen veden leviäminen tulvapenkereellä on tarkoitus estää, suunnitellaan tapauskohtaisesti halutun tulvasuojelutason saavuttamiseksi.

3.1.3 Tekniset turvallisuusvaatimukset



PTL 7 § 2 mom. *Yleinen velvollisuus*

--- patojen rakentamiselle asetettavista teknisistä turvallisuusvaatimuksista säädetään tarkemmin valtioneuvoston asetuksella.

PTA 4 § *Padon yleiset tekniset turvallisuusvaatimukset*

Padon rakenteen vakavuuden sekä rakenneosien toiminnan ja mitoituksen on oltava riittäviä varmistamaan padon turvallisuus kaikissa käyttötilanteissa.

Padon juoksutusluukkujen ja muiden käyttölaitteiden on oltava toimintavarmoja. Padon juoksutusluukkujen käyttämiseen on oltava varanostojärjestelmä tai -suunnitelma.

Padolle on oltava toimivat kulkuyhteydet. Mahdollisuus padon huoltoon on suunniteltava ja tarpeen mukaan varmistettava myös tulva- ja pato-onnettomuustilanteissa. Padolla ei saa olla kasvillisuutta tai padon rakenteeseen kuulumattomia aineita tai esineitä, jotka aiheuttavat vaaraa padon rakenteelle tai haittaa padon kunnossapidolle tai tarkkailulle.

Padon omistajan on toimitettava patoturvallisuusviranomaiselle padon suunnitelmat, joista ilmenee, miten padon tekniset turvallisuusvaatimukset toteutetaan ja miten padon käyttöönottoon liittyvä veden tai muun padotun aineen nosto tapahtuu. Padon omistajan on järjestettävä patoturvallisuusviranomaiselle mahdollisuus todeta teknisten turvallisuusvaatimusten toteutuminen padon rakennustyön eri vaiheissa.

PTA 5 § *Eryiset tekniset turvallisuusvaatimukset 1- ja 2-luokan padoille*

Sen lisäksi, mitä 4 §:ssä säädetään, 1- ja 2-luokan padon korkeuden on oltava riittävä padon turvallisuuden varmistamiseksi kaikissa käyttötilanteissa.

1- ja 2-luokan maapadon harjan on oltava koko pituudeltaan liikennöintikelpoinen.

Mitä tässä pykälässä säädetään, ei koske tulvapenkereitä.

Maa- ja betonipadon rakenteen vakavuutta sekä rakenneosien toimintaa ja mitoitusta on käsitelty liitteissä 11-12. Yhteenveto liitteissä 11-13 käsitellyistä teknisistä turvallisuusvaatimuksista on esitetty alla. Työpatojen osalta voidaan ottaa huomioon niiden väliaikaisuus, mikä ei kuitenkaan merkitse niiden turvallisuudesta tinkimistä. Tulvapenkereiden erityispiirteet on esitetty kohdassa 3.1.4.



Rikastushiekalla korotettu kaivospato, 2012 (Timo Regina)

Kuivavara

PTA 5 §:n 1 momentin mukaan 1- ja 2-luokan padon korkeuden on oltava riittävä padon turvallisuuden varmistamiseksi kaikissa käyttötilanteissa. Maapadon kuivavaralla tarkoitetaan padon harjan ja HW-tason välistä eroa. Rikastushiekka-altailla HW-tasolla tarkoitetaan altaan ns. vapaan veden ylintä pintaa. Se määräytyy joko HW:n aikaisen suurimman aallonkorkeuden tai routamitoituksen perusteella. Routasyvyys on useimmiten määräävä tekijä. 1- ja 2-luokan maapatojen kuivavaran tulisi olla vähintään kerran 10 vuodessa toistuva roudan syvyys, jota voidaan vähentää patorakenteen routasuojauksella ja muilla rakenteellisilla ratkaisulla. Kuivavaran tulee kuitenkin olla vähintään 1,75 kertaa suurin aallonkorkeus. 3-luokan maapadot tulisi mitoittaa vastaavasti vähintään kerran 5 vuodessa toistuvan roudan syvyyden perusteella.

Betonipadon kuivavaran tulisi olla vähintään 1,75-kertainen suhteessa suurimpaan aallonkorkeuteen padolla.

Turvavara

1- ja 2-luokan maapatojen turvavaran eli padon tiivistysosan yläpinnan ja HW-tason ero on suositeltavaa olla vähintään 0,4 m. 3-luokan patojen turvavaran tulisi olla vähintään 0,3 m.

Padon harja

Padon harjan tulisi olla koko pituudeltaan riittävän leveä ja rakenteeltaan soveltuva kunnossapitokaluston liikennöinnille. 1-luokan maapadon riittäväksi harjan leveydeksi katsotaan vähintään 4 m. Leveyttä lisätään 0,5 m, jos maapato on yli 10 m korkea ja edelleen 0,5 m jokaista seuraavaa 10 m kohti. 2-luokan padolle pätee sama kuin 1-luokan padolle sillä poikkeuksella, että alle 4 m korkean maapadon harjan leveys voidaan mitoittaa tapauskohtaisesti. 3-luokan maapadon harjan leveydeksi suositellaan vähintään 3 m.

Kulkuyhteydet ja liikennöinti maapadon harjalla

Padolle on oltava toimivat kulkuyhteydet, mikä koskee kaikkia patoja. Mahdollisuus padon huoltoon on suunniteltava ja tarpeen mukaan varmistettava myös tulva- ja pato-onnettomuustilanteissa siten, että patoa pystytään käyttämään ja padon kunnostustyöt käynnistämään (PTA 4 §:n 3 mom.). Maapadon taustalla on suositeltavaa olla huoltotie tai padon huolto on muuten varmistettava myös tulva- ja pato-onnettomuustilanteissa. 1- ja 2-luokan padoille on lisäksi suositeltavaa, että huoltotielle on vähintään kaksi yhdystietä yleisiltä teiltä.

1- ja 2-luokan maapadon harjan on oltava koko pituudeltaan liikennöintikelpoinen (PTA 5 §:n 2 mom.). Em. vaatimus ei koske tulvapenkereitä (PTA 5 §:n 3 mom.).

Kasvillisuus ja padon rakenteeseen kuulumattomat aineet tai esineet

Kasvillisuus tai padon rakenteeseen kuulumattomat aineet tai esineet padolla eivät saa aiheuttaa vaaraa padon rakenteelle tai haittaa padon kunnossapidolle tai tarkkailulle (PTA 4 §:n 3 mom.).

Maapadon märän luiskan verhous

Maapadon märän luiskan verhouksessa käytettävän kiviaineksen kivi-/ lohkarekoko ja verhouksen paksuus määräytyvät toisaalta suurimman aallonkorkeuden perusteella ja toisaalta jääkuorman vaikutuksen perusteella. Verhous alkaa märän luiskan juuresta ja ulottuu HW-tason yläpuolelle ja tarvittaessa aallonkorkeuden vaikutus on otettava huomioon. Jos padon alaveden puolella on vettä, voidaan sielläkin tarvita verhousta vastaavasti.

Maapadon suodatinrakenteet ja kuivatusjärjestelmä

Maapadon suodatinrakenteet ja kuivatusjärjestelmä mitoitetaan siten, että ne pystyvät kaikissa olosuhteissa suojaamaan tiivistysosan sisäistä eroosiota vastaan ja purkamaan padon läpi, ali ja ympäri suotautuvat vedet sekä tasaamaan mahdolliset virtausgradienttien huiput.

Padon juokutusluukut

Ylipadotuksen ja samalla padon sortumavaaran voi aiheuttaa esim. juokutusluukkujen toimimattomuus sähkökatkoksen tai muun syyn seurauksena. Tällöin tulee olla varanostojärjestelmä, jolla luukut saadaan aukaistua pelivara-ajan kuluessa eli ennen kuin tilanne ehtii kehittyä vaaralliseksi. Järjestelmään kuuluu myös tiedonsaanti ylipadotuksesta. Varanostojärjestelmä voidaan korvata varanostosuunnitelmalla (PTA 4 §:n 2 mom.), mikäli suunnitelma on käytännössä toteutettavissa pelivara-ajan kuluessa (liite 13).

Imatrankosken säännöstelypato, 2010 (Milla Torkkel)



3.1.4 Tulvapenkereiden erityispiirteet



PTL 4 § Määritelmät

Tässä laissa tarkoitetaan:

4) *tulvapenkereellä* rakennetta, jonka tarkoituksena on estää veden leviäminen vesistön tai meren tavanomaista korkeamman vedenkorkeuden aikana;

PTA 3 § 2 mom. *Muun padon hydrologinen mitoitus*

Tulvapenkereen hydrologinen mitoitus tehdään tulvasuojelun tarpeen mukaan.

Meren rannoille tehtäviä tulvapenkereitä ei tässä yhteydessä käsitellä erikseen. Niiden rakennetta ja toimintaa koskevat kuitenkin pääasiassa samat periaatteet kuin vesistöjen tulvapenkereitä. Tässä yhteydessä ei myöskään tarkastella tilapäisesti pystytettäviä rakenteita, jotka puretaan tulvan jälkeen pois. Ne suunnitellaan ja pystytetään tapauskohtaisesti tehdyn suunnitelman mukaan.

Tulvasuojelua varten tehty pysyvä pengerru suunnitellaan kuten vastaava pato ottaen huomioon mm. PTL 6 §:n mukaiset pätevyysvaatimukset. Suunnittelussa huomioitava erityispiirre on mitoittavan padotuksen lyhytaikaisuus. Padotuksen ajankohdasta ei ole sen varmempaa tietoa kuin tulvista yleensäkin. Tulvapenkereen hydrologisen mitoituksen määrittelee haluttu tulvasuojelutaso.

PTA 4 §:n mukaiset padon yleiset tekniset turvallisuusvaatimukset koskevat myös tulvapenkereitä. Sitä vastoin PTA 5 §:n mukaiset vaatimukset 1- ja 2-luokan padon korkeudesta ja harjan liikennöintikelpoisuudesta eivät koske tulvapenkereitä. Padotuksen lyhytaikaisuudesta seuraa, että usein tulvapenkereeseen ei tarvita tavanomaiseen maapatoon kuuluvaa sisäistä kuivatusjärjestelmää ja suodatinrakenteita eikä myöskään märän luiskan, harjan ja kuivavaran mitoitusvaatimuksia käytetä sellaisenaan. Penkereiden tekniset ratkaisut tulee kuitenkin harkita ja perustella tapauskohtaisesti.

Tulvapenkeret on usein rakennettu paikalta saaduista materiaaleista. Tulvapenger voi olla käytössä roudan sulamisen aikaan, jolloin rakenne on usein löyhimmillään.

Tulvapenkereiden rakenne ja käyttö tulee suunnitella siten, että patoturvallisuuskohdat otetaan huomioon. Penkereiden on siis oltava turvallisia myös silloin, kun vedenkorkeus ylittää penkereiden mitoitusvedenkorkeuden. Sellaisten tulvatilanteiden varalta, jolloin penkereen padotuskyky ei riitä, tulee vesien ohjaaminen suunnitella etukäteen. Periaatteena on tällöin se, että kokonaisvahingot jäävät mahdollisimman pieniksi. Vesien ohjaaminen esimerkiksi peltoalueille voi olla järkevää, jos tällä estetään rakennetun alueen kastuminen. Tällainen vesien hallittu ohjaus voidaan tehdä esimerkiksi tulvaluukulla, ylisyöksykynnyksellä tai avaamalla pengerru suunnitellulla tavalla.

3.2 Patoturvallisuutta koskevat selvitykset lupahakemuksessa



PTL 9 § Patoturvallisuutta koskevat selvitykset lupa-asiassa

Padon omistajan on padon rakentamista koskevassa muun lain mukaisessa lupahakemuksessa selostettava tarpeellisessa määrin padosta aiheutuvaa vahingonvaaraa ja sen vaikutusta padon mitoituserusteisiin.

Viranomaisen on padon rakentamista koskevaa 3 §:n 6 momentissa tarkoitettua asiaa ratkaistessaan pyydettävä lausunto patoturvallisuusviranomaiselta tämän lain mukaisten patoturvallisuusvaatimusten täyttymisestä.

Patoturvallisuusviranomaisen on lausunnossaan esitettävä tarvittaessa arvio padon mitoituksesta patoturvallisuuden kannalta.

Tässä kohdassa selostuksella tarkoitetaan kuvausta vahingonvaarasta ja varsinainen vahingonvaaraselvitys on käsitelty tämän oppaan kohdassa 5.1.

Lupahakemuksessa padon suunnitelma esitetään yleissuunnitelmatasoisena. Padon omistajan tulee liittää lupahakemukseen seuraavat patoturvallisuutta koskevat selvitykset:

- selostus vahingonvaarasta sisältäen esityksen padon luokaksi
- padon ja padotusalueen päämitat
- hydrologinen mitoitus, kaivosaltaiden vesitase.

Lupahakemukseen liitettävän selostuksen padon vahingonvaarasta on tarkoitus toimia perusteluina padon esitellylle luokalle. Selostuksesta on käytävä ilmi, onko padon vahinkoalueella kohdassa 5.1.4 esitettyjä vahinkokokoh- teita. Jäte- ja kaivospatojen osalta on lisäksi riittävässä määrin selostettava kohdan 5.1.5 mukaisia ympäristövai- kutuksia. Mikäli vahingonvaaran selostuksella (PTL 9 § 1 mom.) padon luokkaa ei voida luotettavasti määrittää,

Porin korjattua tulvapengertä, 2010 (Milla Torkkel)



patoturvallisuusviranomaisen voi määrätä padon omistajan tarkentamaan selostusta eli esim. laatimaan maastomalliin perustuvan vahingonvaaraselvityksen tulva-aaltolaskelmineen (PTL 12 §:n 1 ja 2 mom. sekä PTA 6 §).

Padon ja padotusalueen päämittojen esittämiseksi on tässä oppaassa esimerkkilomakkeet (liitteet 4a, 4b ja 5). Hydrologista mitoitusta on tarkasteltu kohdassa 3.1.2.

3.3 Padon rakentaminen, muutos- ja korjaustyöt



PTL 7 § 1 mom. *Yleinen velvollisuus*

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

PTL 22 § *Muutos- ja korjaustyöt*

Sen lisäksi mitä muussa laissa säädetään padon korjaus- ja muutostöistä, padon rakenteisiin merkittävästi vaikuttavissa ja muissa patoturvallisuuden kannalta merkittävässä muutos- ja korjaustöissä on soveltuvin osin noudatettava, mitä 2 luvussa säädetään padon suunnittelusta ja rakentamisesta sekä 3 luvussa luokittelusta ja patoturvallisuusasiakirjoista. Tällaisista muutos- ja korjaustöistä on ennen niiden toteuttamista ilmoitettava patoturvallisuusviranomaiselle.

Padon rakentamisessa tulee noudattaa hyvää rakentamistapaa. Rakennustyö tehdään suunnitelman mukaisesti ja henkilökunnalla, joka on tehtäviinsä perehtynyt ja pätevä. Hyvään rakentamistapaan kuuluu, että työn laadunvalvonta on riippumaton työn tekijästä ja työn valvonnasta vastaavalla on oikeus tarvittaessa keskeyttää työt. Rakentamista ja laadunvalvontaa on osaltaan käsitelty maa- ja betonipatoja koskevissa liitteissä 11 ja 12. Padon rakentamisen aloittamisesta padon omistajan on ilmoitettava patoturvallisuusviranomaiselle hyvissä ajoin, jolloin voidaan varmistaa kaikkien patoturvallisuusnäkökohtien ottaminen huomioon ajoissa.

Muutos- ja korjaustöiden mahdolliset vaikutukset padon turvallisuuteen otetaan huomioon muutosvaihtoehtoja tutkittaessa, suunnittelu- ja rakennusvaiheissa.

Mikäli muutokset vaikuttavat padon turvallisuuteen, on muutokset tarkastettava samoin kuin padon käyttöönoton yhteydessä (kohta 3.4). Jos tarkkailuohjelmaa on tarpeellista muuttaa, sitä koskee sama menettely kuin uuden tarkkailuohjelman laatimista.

Patoturvallisuuteen vaikuttavia muutoksia voivat olla esimerkiksi:

- pato-osien uudisrakenteet, kuten uudet aukot, ylisyyköskyknykset, padon alitukset tai lävistyksiset sekä padon korotukset
- maa- ja betonipadon tai patona toimivan voimalaitosrakenteen muutostyöt
- käyttölaitteiden käyttö- ja ohjaustavan muuttaminen ja sen vaatimat rakenteelliset muutokset
- mitoitustilanteeseen, kuten vesistöolosuhteiden ylivedenkorkeuksiin ja ylivirtaamiin vaikuttavat muutokset
- luokitteluun vaikuttavat padon ylä- tai alapuolella tapahtuneet olosuhteiden muutokset (esim. 2-luokan padosta tulee 1-luokan pato)
- jäte- ja kaivospadon osalta luokitteluun vaikuttavat padotun aineen laadussa tapahtuneet muutokset tai uudet tiedot aineen haitallisuudesta.

3.4 Käyttöönotto ja maastotarkastukset



PTL 7 § 2 mom. *Yleinen velvollisuus*

--- patojen rakentamiselle asetettavista teknisistä turvallisuusvaatimuksista säädetään tarkemmin valtioneuvoston asetuksella.

PTA 4 § 4 mom. *Padon yleiset tekniset turvallisuusvaatimukset*

Padon omistajan on toimitettava patoturvallisuusviranomaiselle padon suunnitelmat, joista ilmenee, miten padon tekniset turvallisuusvaatimukset toteutetaan ja miten padon käyttöönottoon liittyvä veden tai muun padotun aineen nosto tapahtuu. Padon omistajan on järjestettävä patoturvallisuusviranomaiselle mahdollisuus todeta teknisten turvallisuusvaatimusten toteutuminen padon rakennustyön eri vaiheissa.

Padon käyttöönottona tässä oppaassa pidetään veden tai muun padotun aineen noston aloittamista. Työpato katsotaan käyttöönottetuksi, kun veden tai muun aineen poisto aloitetaan työpadon suojaamalta alueelta. Padon rakennustyön aikana tehdään pääsääntöisesti useita maastotarkastuksia, joita voivat olla rakenteiden ja pohjien katselmukset työn eri vaiheissa. Maastotarkastus on pidettävä joka tapauksessa ennen padotettavan aineen noston aloittamista (käyttöönottotarkastus). Vanhan padon osalta käyttöönottotarkastus on pidettävä, kun tehdään merkittäviä muutos- tai korjaustöitä (kohta 3.3). Patoturvallisuusviranomaisen osallistuu maastotarkastuksiin tarvittavilta osin, mutta ei suorita tarkastuksia eikä vastaa niistä. Tarkastusten suorittamisesta vastaa padon omistaja tarvittavine asiantuntijoineen.

Padon käyttöönottoa varten padon omistajan on laadittava käyttöönottosuunnitelma, jossa kuvataan padon käyttöönoton vaiheet, niihin liittyvä tarkkailu ja viranomaistarkastukset sekä veden tai muun padotun aineen nostoon liittyvät toimenpiteet.

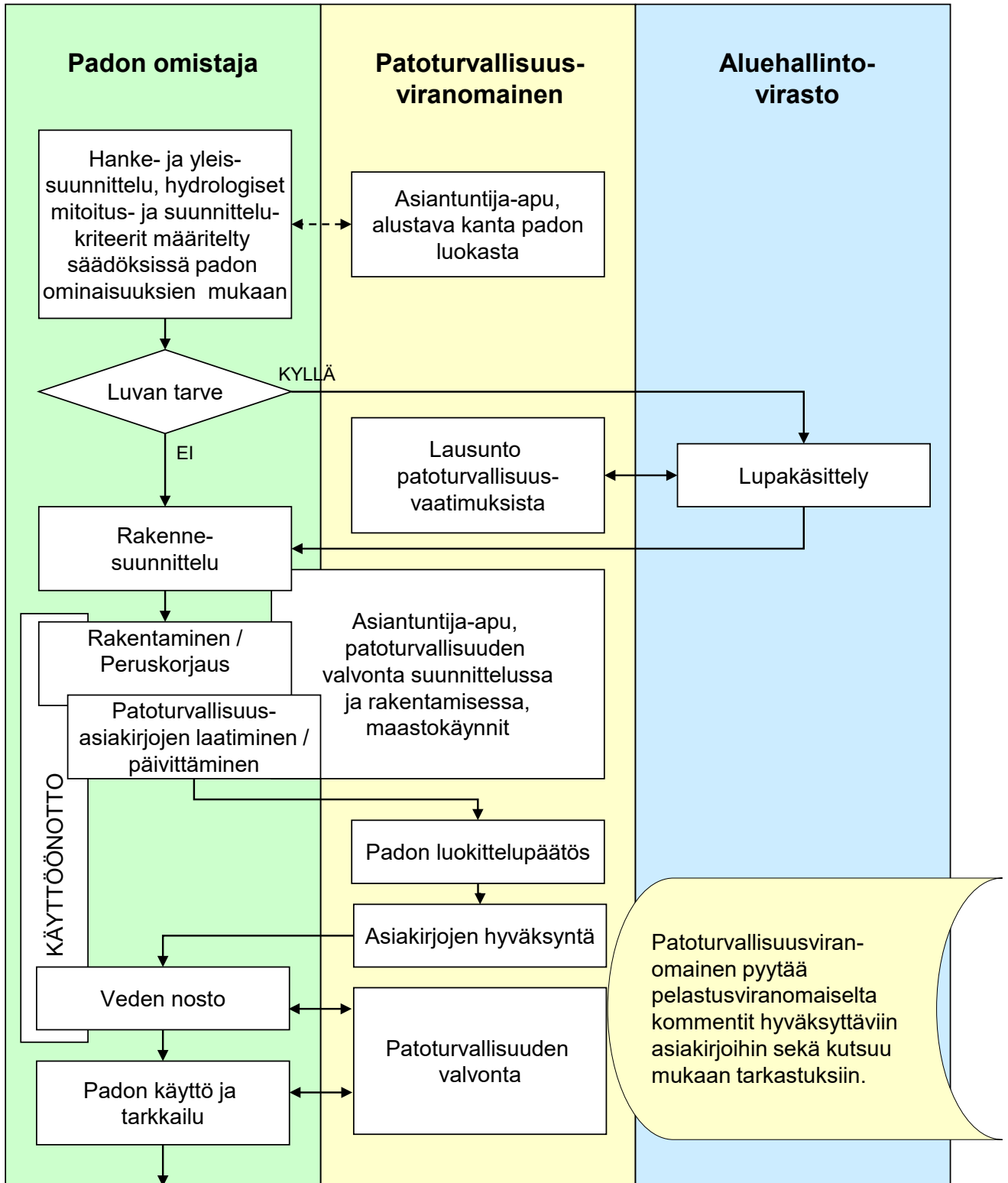
Jäte- ja kaivospatojen käyttöönotto voi tapahtua vaiheittain padon käyttöä aikana, mikä on esitettävä patoturvallisuusviranomaiselle toimitettavassa käyttöönottosuunnitelmassa. Padon omistajalla on velvollisuus järjestää patoturvallisuusviranomaiselle mahdollisuus todeta turvallisuusvaatimusten toteutuminen rakennustyön eri vaiheissa koskien myös padon käyttöaikana tapahtuvaa padon korottamista ja padotun aineen nostoa.

Ennen padon käyttöönottoa padon omistaja varmistaa, että padolle asetetut tekniset turvallisuusvaatimukset (PTA 4-5 §, kohta 3.1.3) tulevat toteutetuiksi ja muut patoturvallisuuteen vaikuttavat seikat tulevat riittävästi huomioon otetuiksi. Arvioinnin perusteina voidaan käyttää mm. liitteissä 10–13 esitettyjä suosituksia. Maastotarkastusten suorittamisesta vastaa padon pääsuunnittelija (kohta 3.1.1) tai muu pätevä henkilö. Maastotarkastusten alkuaineistona ovat padon suunnitelmat ja laadunvalvontaraportit.

Luokittelupäätös ja asiakirjojen hyväksyminen on selostettu kohdassa 4.4.

Käyttöönottoon liittyvät toimenpiteet valmistuvat viimeistään silloin, kun kaikki rakenteet ovat toiminnallisesti valmiit, otettu käyttötilanteen mukaiseen käyttöön ja todettu hyväksyttävällä tavalla toimiviksi. Lopuksi kootaan maastotarkastusten pöytäkirjat ja toteutuma-aineisto sekä laaditaan niistä yhteenveto, joka liitetään padon turvallisuuskansioon.

Padon rakentamiseen tai peruskorjaukseen liittyvää menettelyä ja eri osapuolien tehtäviä on havainnollistettu kuvan 1 kaaviossa.



Kuva 1. Padon rakentaminen tai peruskorjaus.

4 PADON LUOKITTELU JA PATOTURVALLISUUSASIAKIRJAT

4.1 Patoluokat ja niiden kriteerit



PTL 11 § *Padon luokittelu*

Pato sijoitetaan vahingonvaaran perusteella johonkin seuraavista luokista:

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

Luokittelua ei tarvitse tehdä, jos patoturvallisuusviranomaisen katsoo, että padosta ei aiheudu vaaraa. Tällaiseen patoon sovelletaan kuitenkin, mitä 15 §:ssä säädetään padon kunnossapidosta, 16 §:ssä padon käytöstä, 24 §:ssä onnettomuuksien ehkäisemisestä ja 6 luvussa näiden säädösten valvonnasta.

Patoturvallisuusviranomaisen luokittelee padon vahingonvaaran perusteella luokkaan 1, 2 tai 3. Luokittelua ei kuitenkaan tarvitse tehdä, jos patoturvallisuusviranomaisen katsoo, että padosta ei aiheudu vaaraa. Patoturvallisuuslaissa tarkoitettujen patojen luokittelu koskee vesistö-, jäte- ja kaivospatoja sekä tulvapenkereitä. Luokittelu koskee myös lain tarkoittamia tilapäisiä patoja kuten työpatoja.

Padon luokittelussa otetaan huomioon sortumatapauksessa syntyvästä tulva-aallosta padon alapuolelle aiheutuva vahingonvaara sekä vedenpinnan äkillisestä alenemisesta padon yläpuolelle aiheutuva vaara. Jätepatojen osalta luokitteluun vaikuttaa lisäksi padotun aineen laatu ja määrä sekä aineen leviämisestä aiheutuvat lyhyen ja pitkän ajan mahdolliset haitat esim. vedenhankinnan tai luontoarvojen osalta.

Koska luokittelu vaikuttaa padolta vaadittaviin ominaisuuksiin (kohta 3.1, liitteet 10–13), täytyy padon luokka selvittää jo suunnitteluvaiheessa.

Luokitteluperusteita on selvennetty alla.

1-luokan pato

1-luokkaan sijoitetaan pato, joka onnettomuuden sattuessa aiheuttaa vaaran ihmishengelle ja terveydelle taikka huomattavan vaaran ympäristölle tai omaisuudelle.

Ihmishengelle ja terveydelle aiheutuvaa vaaraa voidaan katsoa olevan esimerkiksi tilanteessa, jossa padon alapuolella on pysyvää tai vapaa-ajan asutusta sellaisella alueella, että padon sortumasta syntyvä tulva-aalto voi tuhota yhdenkin tällaisen rakennuksen. Lain määritelmä tarkoittaa siis yhdenkin ihmishengen menetystä tai ihmisen vakavaa loukkaantumista. Ihmishengelle ja terveydelle voi aiheutua myös vaaraa, jos julkisissa rakennuksissa, kouluissa, sairaaloissa, liikkeissä tai muissa paikoissa olevat ihmiset ovat onnettomuustilanteessa syntyvän tulva-aallon vaikutusalueella. Jätepatojen osalta vaara ihmishengelle ja terveydelle voi aiheutua tulva-aallon lisäksi myös purkautuvan jätemateriaalin ominaisuuksien vuoksi.

Ympäristölle aiheutuvan vaaran perusteella pato luokitellaan 1-luokan padoksi, jos tulva-aalto tai jäte- tai kaivospadosta onnettomuustilanteessa purkautuva aine aiheuttaa merkittävien luontoarvojen menetyksen, kuten suojellun alueen tai harvinaisten lajien tuhoutumisen tai esimerkiksi vedenhankinnan kannalta tärkeän tai siihen soveltuvan pohjavesialueen tai vedenhankintavesistön pilaantumisvaaran. Jätepadoilla padottu aine voi olla jäteluokituksestaan vaarallista tai aineen leviämisestä aiheutuva haitta ympäristölle voi olla merkittävää ja pitkäaikaista.

Omaisuuden perusteella pato luokitellaan 1-luokan padoksi, jos padon alapuolisten omaisuusmenetysten rahallinen arvo onnettomuustilanteessa on huomattava. Omaisuusmenetykset voivat olla asuinrakennuksia, julkisia rakennuksia tai yhteiskunnan toiminnan kannalta tärkeitä kohteita kuten sähkön ja veden jakeluun, jätevesien puhdistamiseen tai tietoliikenteeseen vaikuttavia kohteita, tuotantolaitoksia tai tulvan alle jääviä tie- tai rautatieosuuksia sekä siltoja.

Padon luokittelu 1-luokan padoksi varmennetaan poikkeuksetta vahingonvaaraselvityksellä, jonka laatimista on käsitelty tarkemmin luvussa 5.

Vesistöpadosta on yleensä luokiteltu 1-luokkaan merkittävimmät jokivoimalaitospadot sekä suuria tekoaltaita padottavat allaspadot. Myös vaatimattomampia vesimääriä padottavia rakenteita on luokiteltu 1-luokkaan alapuolelle syntyneen rakennuskannan takia. Asutusta suojaavat tulvapenkereet voidaan luokitella 1-luokkaan, jos penkereen sortuessa tulvatilanteessa aiheutuu 1-luokalle tyypillistä vaaraa.

Jätepadoista on pääsääntöisesti luokiteltu 1-luokkaan ympäristösuojelulain (527/2014) ja kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) mukaisten suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavien kaivannaisjätealueiden padot.

2-luokan pato

2-luokan padon määritelmää selventävät 1-luokan ja 3-luokan patojen määritelmät. 2-luokan pato voi aiheuttaa vaaraa terveydelle, muttei ihmishengen menetystä. Ympäristölle ja omaisuudelle 2-luokan pato saattaa aiheuttaa vähäistä suurempaa vaaraa, mutta ei kuitenkaan huomattavaa vaaraa, kuten 1-luokan padolle on ominaista.

2-luokkaan luokitellun padon sortumatapauksessa tulva-aallosta aiheutuva vedenkorkeus saattaa aiheuttaa vahinkoja myös asuinrakennuksille. Vesi ei saa kuitenkaan nousta niin korkealle eikä virtausnopeus saa olla niin suuri, että ihmisen olisi mahdollista huuhtoutua aallon mukana.

Jäte- ja kaivospadoista 2-luokan padoksi luokitellaan pato, joka pato-onnettomuustilanteessa aiheuttaa esim. tärkeänä virkistys- tai kalastusalueena käytettävän vesistön laadun vähäistä suurempaa, pitkäaikaista huononemista, laajojen viljelysalueiden pilaantumista ja pitkäaikaista käytön rajoittamista tai useampien talousvesikajojen veden pilaantumista.

Vesistöpadosta on yleensä luokiteltu 2-luokan padoksi jokivoimalaitoksiin liittyvät patorakenteet sekä suurehkoihin vesistöihin liittyvät säännöstelypadot.

Jätepadoista on yleensä luokiteltu 2-luokkaan padot, jotka erottavat teollisuuden jätevedenpuhdistamoiden ilmastusaltaat vesistöistä sekä useimmat kaivosten rikastushiekka- ja selkeytysaltaat. Myös muita prosessivesialtaita ja lietealtaita on luokiteltu 2-luokkaan.

3-luokan pato

Pato voidaan pitää vain vähäistä vaaraa aiheuttavana, kun siitä onnettomuustilanteessa ei voi aiheutua vaaraa ihmishengelle tai terveydelle taikka vähäistä vaaraa lukuun ottamatta ympäristölle tai padon alapuolella olevalle omaisuudelle.

Yleensä 3-luokkaan luokiteltujen patojen sortumatapauksessa alapuolisten kiinteistöjen asuinrakennuksille ei saa aiheutua vahinkoa. Jätepatojen osalta padotun aineen laatu ja määrä ovat sellaista, että sortumasta aiheutuu korkeintaan lyhytaikainen vaikutus purkuvesistöön. Pohjavesiesiintymien pilaumisvaaraa ei saa aiheutua.

Vesistöpadosta on yleensä luokiteltu 3-luokan padoksi luonnonravintolammikoita ja muita pieniä altaita padottavat yli kolme metriä korkeat rakenteet. Jokivoimalaitoksista 3-luokan padoksi luokitellaan yleensä pienet, usein vanhojen myllyjen tai sahojen yhteydessä sijaitsevat padot. Myös pienempien vesistöjen säännöstelypadot on yleensä luokiteltu 3-luokkaan.

Jätepadoista on yleensä 3-luokan padoksi luokiteltu esim. kaatopaikkojen suotovesialtaiden padot, erilaiset teollisuuden tasausaltaiden tai varoaltaiden padot, jotka padottavat vain poikkeustilanteissa ja tuolloin niitä tarkkaillaan koko käytön ajan.

Padon luokittelematta jättäminen

3-luokan padon ja luokittelemattoman padon rajakorkeutena voidaan pitää ohjeellista kolmen metrin rajaa. Tässä oppaassa padon korkeudella tarkoitetaan padotun aineen ylimmän pinnan ja padon ulkopuolisen maanpinnan välistä korkeuseroa. Korkeuden määrittelyä eri tapauksissa on selvennetty liitteen 9 kuvissa. Patoturvallisuusviranomaisen voi päättää kolmea metriä matalampien patojen luokittelusta, mikäli padosta aiheutuu ainakin vähäistä vaaraa. Patoturvallisuusviranomaisen voi myös päättää kolmea metriä korkeampien patojen luokittelematta jättämisestä, mikäli padosta ei aiheudu vaaraa.

Vesistöpadot voidaan jättää luokittelematta, mikäli ne ovat sijainniltaan syrjäisiä ja niiden padottu vesimäärä on niin pieni, että niiden mahdollisesta sortumisesta aiheutuvasta tulva-aallosta ei aiheudu vaaraa edes alapuo-

listen kiinteistöjen rakennuksille. Vaaraksi ei lueta sitä, että alapuolisella muun kuin padon omistajan omistamalla maa-alueella vesi nousee lasku-uomassa hetkellisesti luonnontulvan korkeudelle, mutta pysyy kutakuinkin uomassaan. Yleensä tällaisten luokittelematta jätettävien patojen padottu vesitilavuus on vähäinen.

Jätepato voidaan jättää luokittelematta, mikäli siitä ei padon sortumatapauksessa aiheudu vaaraa ympäristölle tai terveydelle.

Jos pato on korkeudeltaan selvästi alle kolme metriä ja padotun aineen laatu ja määrä ovat sellaisia, että niitä ei yksiselitteisesti aiheudu vaaraa, patoa ei tarvitse luokitella. Tällöin ei aiheudu toimenpiteitä patoturvallisuusviranomaiselle eikä padon omistajalle. Padon omistajan on kuitenkin kaikissa tapauksissa huolehdittava padon kunnossapidosta, käytöstä ja onnettomuuksien ehkäisemisestä (PTL 11 §). Patoturvallisuusviranomaisella on luokittelemattomiinkin patoihin tarkastusoikeus.

Luokittelun ulkopuolelle voidaan jättää yleisesti maatalouden tulvapenkereet ja kosteikkoaltaat, pohjapadot, syrjäisten luonnonravintolammikoiden padot ja pienet virkistyskäyttöön rakennettujen altaiden padot. Edellytyksenä on, että padoista ei aiheudu vaaraa.

Jätepadoista luokittelun ulkopuolelle voidaan jättää esim. maanpoistomassojen läjitysaltaiden padot, maatalouden pieniä lietealtaita rajaavat padot tai jätevedenpuhdistamoiden jälkiselkeytysaltaiden padot. Edellytyksenä on, että padoista ei aiheudu vaaraa.

4.2 Tietojärjestelmät ja patoturvallisuuskansio

4.2.1 Tietojärjestelmät



PTL 33 § 1, 2 ja 4 mom. *Tietojärjestelmät*

Suomen ympäristökeskus ylläpitää tietojärjestelmää tämän lain mukaista patojen valvontaa varten.

Padon omistajan tulee toimittaa tietojärjestelmään merkitsemistä varten patoturvallisuusviranomaiselle omat yhteystietonsa ja padon käyttökäytön yhteystiedot sekä patoa koskevat valtioneuvoston asetuksella säädettävät tekniset tiedot.

Padon omistajan tulee ilmoittaa patoturvallisuusviranomaiselle olennaisista muutoksista 2 momentissa tarkoitetuissa tiedoissa.---

PTA 10 § *Tietojärjestelmään toimitettavat tiedot*

Padon omistajan tulee toimittaa tietojärjestelmään:

- 1) patoa koskevat lupa- ja muut viranomaisten päätökset;
- 2) tiedot padon hydrologisesta mitoituksesta;
- 3) padon suunnitteluasiakirjat, joista ilmenevät padon teknisten turvallisuusvaatimusten toteuttaminen patoa rakennettaessa sekä padon muutos- ja korjaustöissä;
- 4) padon tarkkailuohjelma;
- 5) vahingonvaaraselvitys, jos se on padolle laadittava;
- 6) turvallisuussuunnitelma, jos se on padolle laadittava;
- 7) kuvaus turvajärjestelyistä, jos se on padolle laadittava;
- 8) määräaikaistarkastusten aineisto;
- 9) padolle laaditut kuntoarviot.

Tietojärjestelmään viedään tiedot patoturvallisuuslain piiriin kuuluvista luokitelluista padoista sekä padoista, jotka luokittelupäätöksellä on jätetty luokittelun ulkopuolelle. Luokittelun ulkopuolisista vesistöpadoista löytyy lisäksi tiedot ympäristöhallinnon vesistötyötietojärjestelmästä.

Asiakirjat ja muu materiaali tulisi toimittaa viranomaiselle ensisijaisesti sähköisenä. Asiakirjojen ja muun materiaalin toimitustapa voidaan sopia tapauskohtaisesti.

PTA 10 §:ssä on säädetty niistä tiedoista, jotka padon omistajan tulee toimittaa patoturvallisuusviranomaiselle patoturvallisuusvalvonnan tietojärjestelmään vietäväksi.

Lisäksi järjestelmään kerätään tiedot mm. padolla käynnissä olevista kunnostusprojekteista ja tapahtuneista häiriötilanteista. Järjestelmään tallennetaan myös luokiteltavat työpadot. Järjestelmään on mahdollista tallentaa määräaikoja sovitusta tehtävistä esim. asiakirjojen toimitus- tai kunnostustoimenpide. Järjestelmästä on helposti löydettävissä toimenpiteet, joiden määräaika on umpeutunut.

Padon omistajille, heidän edustajilleen ja viranomaistahoille kuten pelastusviranomaisen, vesilainvalvoja tai ympäristönsuojelulainvalvoja voidaan luoda tunnukset patoturvallisuuden tietojärjestelmään. Tietojärjestelmä on avattu padon omistajille vuonna 2013. Padon omistajille on lisätty tallennusoikeudet marraskuussa 2018. Sähköinen järjestelmä mahdollistaa patoturvallisuuskansion tietojen katselun ajasta ja paikasta riippumatta.

4.2.2 Patoturvallisuuskansio



PTL 33 § 3 ja 4 mom. *Tietojärjestelmät*

Patoturvallisuusviranomaisen ja padon omistajan tulee säilyttää kustakin padosta ajantasaiset tulosteet tietojärjestelmästä sekä muut padon turvallisuuden kannalta tärkeät asiakirjat siten, että ne ovat mahdollisissa häiriötilanteissa nopeasti saatavilla (*patoturvallisuuskansio*).

--- Padon omistajan vaihtuessa on padon omistuksesta luopuvan toimitettava patoturvallisuuskansio uudelle omistajalle ja ilmoitettava omistajan vaihtumisesta patoturvallisuusviranomaiselle.

Seuraavassa esitetty turvallisuuskansion sisältö on esimerkinomainen ja kansion sisältö muotoutuu tapauskohtaisesti. Merkittävä osa turvallisuuskansion sisällöstä saadaan tulosteina patoturvallisuusvalvonnan tietojärjestelmästä. Kaikkea patoturvallisuuskansioon tulevaa materiaalia ei tarvitse viedä tietojärjestelmään. Padon turvallisuuden arvioimista, korjauksia ja kunnossapitoa varten tulee kuitenkin olla muualle koottuina ja asianmukaisesti järjestettyinä padon toteutuma-asiakirjat.

Turvallisuuskansion sisältö:

- kansilehti
- sisällysluettelo
- yhteystiedot
- turvajärjestelyt
- patoa koskevat lupa- ja muut viranomaisten päätökset (mm. luokittelupäätös, asiakirjojen hyväksyminen) ja lausunnot
- padon vaikutusalueen kartta ja padon sijoituspiirustus sekä padon rakennetta koskevat piirustukset ja selvitykset
- padon päämitat (liitteet 4a ja 4b)
- padotusalueen päämitat (liite 5)
- juoksutusaukkojen ja tulvakynnysten purkautumiskäyrät
- säännöstelyaltaan täyttö- ja ohitusuomien lähtökynnysten purkautumiskäyrät
- säännöstelyaltaan tilavuus- ja pinta-alakäyrät
- padotus- ja juoksutussääntö, säännöstelyohje (esim. piirroksena)
- hydrologinen mitoitus (kohta 3.1.2, liite 10)
- tarkkailuohjelma (kohta 4.3, liite 7)
- luokituksen pohjaksi tehty selostus vahingonvaarasta (PTL 9 § 1 mom.)
- vahingonvaaraselvitys, sisältäen terveys- ja ympäristövaikutusten arvioinnin jäte- ja kaivospatojen osalta (1-luokan pato tai muulle padolle tehty, PTL 12 §)
- turvallisuussuunnitelma (1-luokan pato)
- määräaikaistarkastusraportit
- vuositarkastusraportit
- muut padon turvallisuuden kannalta tärkeät asiakirjat.

4.3 Tarkkailuohjelma



PTL 13 § *Tarkkailuohjelma*

Padon omistajan on laadittava luokitellulle padolle ohjelma patoturvallisuuteen vaikuttavien seikkojen tarkkailusta käyttöönoton ja käytön aikana (*tarkkailuohjelma*).

Erillistä tarkkailuohjelmaa ei kuitenkaan tarvita, jos vastaavia seikkoja tarkkaillaan muun lain mukaisesti patoturvallisuusviranomaisen hyväksymällä tavalla.

Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin tarkkailuohjelman laatimisesta ja sisällöstä.

PTA 8 § *Tarkkailuohjelma*

Tarkkailuohjelmassa esitetään padon tarkkailun aikavälit, tarkkailtavat kohteet ja tarkkailuun liittyvät toimenpiteet erikseen padon käyttöönoton ja käytön ajalle.

Tarkkailuohjelmassa esitetään myös, miten padon tarkkailua tehostetaan tulvien, rankkasateiden, kovien tuulien ja muiden vastaavien erityisten rasisitusten aikana.

Tarkkailuohjelma muodostuu jatkuvasta tarkkailusta sekä vuosi- ja määräaikaistarkastuksista. Ohjelma on laadittava sellaiseksi, että kaikki patoturvallisuuteen vaikuttavat seikat tulevat tarkkailun ja tarkastusten kohteeksi. Tarkkailuohjelma sisältää sekä käyttöönottoaikaisen että sen jälkeisen ohjelman. Uusien patojen kohdalla on suositeltavaa, että padon suunnittelija laatii padon tarkkailuohjelman. Vanhojen patojen osalta muutetun tarkkailuohjelman laatii yleensä määräaikaistarkastuksen asiantuntija. Padon tarkkailusta ja tarkastuksista on tarkemmin kohdassa 6.3.

Tarkkailuohjelmaehdotus voidaan laatia liitteen 7 mukaiselle mallilomakkeelle sitä tarvittaessa täydentäen ja muuttaen. Tarkkailuohjelmasta tulee yksiselitteisesti käydä ilmi tarkkailtavat kohteet ja tarkkailulaitteiden sijainti- ja asennustiedot. Padon tarkkailuohjelma toimitetaan kaksi kuukautta ennen padon suunniteltua käyttöönottoa patoturvallisuusviranomaiselle ellei aikataulusta ole muuta sovittu.

Jatkuvan tarkkailun aikavälit määritetään patokohtaisesti siten, että mahdolliset ongelmat havaitaan riittävän ajoissa. Padon ensimmäisen täytön aikana tarkkailu voi olla padosta riippuen lähes koko ajan tapahtuvaa, useita kertoja päivässä tai kerran päivässä. Tilanteen vakiinnuttua siirrytään harkinnan perusteella harvempiin tarkkailukertoihin, jolloin käynnit padoilla voivat tapahtua useamman kerran viikossa, kerran viikossa, useamman kerran kuussa, kerran kuussa jne. Yleensä betonirakenteilla tarkkailukäynnit voivat tapahtua harvemmin kuin maapadoilla. Jäte- ja kaivospadoilla tarkkailu määritetään padon tyyppin ja käyttötavan mukaan. Se voi olla jatkuvaa jokapäiväistä tai harvempaa muiden patojen tapaan.

Padon tarkkailu käsittää mm. seuraavat seikat:

- altaan veden tai muun padotun aineen korkeuden seuranta
- patorakenteiden (maa- ja betonipadot, säännöstely- ja juoksutusrakenteet ym.) näkyvien osien sekä padon taustan tarkastukset jokaisen tarkkailukäynnin yhteydessä
- tarkkailuohjelmassa määrätyt havainnot ja mittaukset sekä muut patokohtaiset seikat
- jätepatojen osalta mahdolliset muut patoturvallisuuteen liittyvät erityiskysymykset, kuten esimerkiksi jätteen purkuputkien kunto ja altaiden geomembraanien kunto
- käynnit poikkeuksellisten olosuhteiden takia (määritellään tarkkailuohjelmassa: tulvat, rankkasateet, kovat tuulet, muut erityiset rasitukset padolle, PTA 8 § 2 mom.).

Maa- ja betonipatojen tarkkailusta on kerrottu yksityiskohtaisemmin liitteissä 11 ja 12.

Mikäli jäte- ja kaivospadot liittyvät ympäristöluvanvaraiseen toimintaan, ympäristönsuojelulain (527/2014) ja ympäristönsuojeluasetuksen (713/2014) mukaiset tarkkailuveloitteet on kuvattu ympäristöluvassa. Ympäristönsuojelulain mukaisissa tarkkailusuunnitelmissa ja -ohjelmissa esitetään mm. käytettävät mittausmenetelmät ja -ajankohdat, laskentamenetelmät sekä raportointi valvontaviranomaiselle. Nämä suunnitelmat voivat osaltaan täydentää patoturvallisuuslain mukaista tarkkailuohjelmaa tai jopa korvata sen.

Tarkkailuohjelmaehdotus lähetetään patoturvallisuusviranomaiselle, joka tekee päätöksen tarkkailuohjelman hyväksymisestä. Hyväksytty tarkkailuohjelma tallennetaan patoturvallisuusvalvonnan tietojärjestelmään ja liitetään patoturvallisuuskansioon.

Tarkkailuohjelman muuttamista koskee sama menettely kuin uuden tarkkailuohjelman laatimista.

4.4 Luokittelupäätös ja asiakirjojen hyväksyminen



PTL 10 § *Luokitteluvollisuus*

Ennen käyttöönottoa pato on luokiteltava ja sille on hyväksyttävä vahingonvaaraselvitys ja tarkkailuohjelma siten kuin tässä luvussa säädetään.

PTL 14 § *Luokittelupäätös ja asiakirjojen hyväksyminen*

Patoturvallisuusviranomaisen tekee päätöksen padon luokittelusta sekä 12 §:n 1 momentissa ja 13 §:ssä tarkoitettujen asiakirjojen hyväksymisestä.

Padon omistajan on toimitettava luokittelupäätöstä varten tarvittava selvitys ja tarkkailuohjelma sekä tarvittaessa vahingonvaaraselvitys ja padon turvallisuussuunnitelma patoturvallisuusviranomaiselle hyvissä ajoin ennen padon suunniteltua käyttöönottoa.

Patoturvallisuusviranomaisen on ennen luokittelupäätöksen tekemistä ja 2 momentissa tarkoitettujen asiakirjojen hyväksymistä varattava padon omistajalle ja alueen pelastusviranomaiselle tilaisuus tulla kuulluksi.

Päätös on annettava tiedoksi padon omistajalle, alueen pelastusviranomaiselle ja padon vaikutusalueen kunnille.

PTL 21 § *Luokan muuttaminen*

Padon luokkaa voidaan patoturvallisuusviranomaisen päätöksellä muuttaa, jos padon tarkastuksessa havaitulla tai muulla perusteella padosta aiheutuvan vahingonvaaran voidaan katsoa olosuhteiden muuttumisen vuoksi olennaisesti muuttuneen luokittelupäätöksen jälkeen.

Luokan muuttamista koskevaan päätökseen sovelletaan, mitä 11 ja 14 §:ssä säädetään luokista ja luokittelupäätöksestä.

Mitä 1 ja 2 momentissa säädetään luokan muuttamisesta, koskee myös sellaista patoa, jota ei tämän lain nojalla ole aiemmin luokiteltu. Tällaisen padon omistajan on pyynnöstä toimitettava patoturvallisuusviranomaiselle luokittelua varten tarvittava selvitys.

Patoturvallisuusviranomaisen tekee päätöksen padon luokittelusta ja luokan muuttamisesta sekä tarkkailuohjelman ja vahingonvaaraselvityksen hyväksymisestä. Turvallisuussuunnitelma on jatkuvasti päivittyvä asiakirja, josta ei tehdä erillistä hyväksymispäätöstä. Muutosta patoturvallisuusviranomaisen päätökseen haetaan valittamalla hallinto-oikeuteen siten kuin hallintolainkäyttölaissa (586/1996) säädetään. Hallinto-oikeuden päätöksestä saa valittaa korkeimpaan hallinto-oikeuteen.

Padon luokitteluun ja asiakirjojen hyväksymiseen liittyvää menettelyä on havainnollistettu kuvan 2 kaaviossa.

4.5 Patoturvallisuusasiakirjojen julkisuus ja tiedottaminen

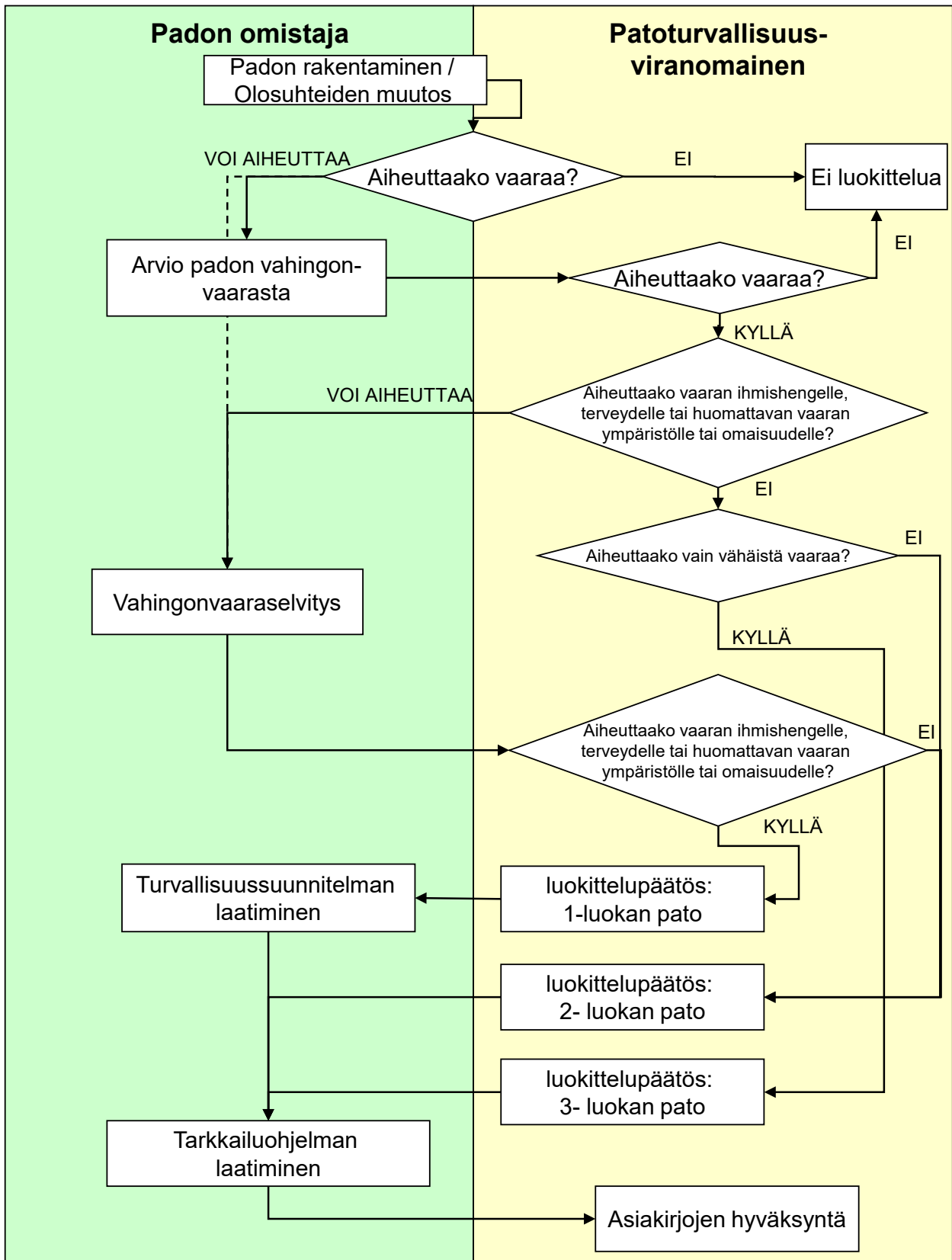


PTL 28 § *Tiedottaminen*

Sen lisäksi, mitä viranomaisten toiminnan julkisuudesta annetussa laissa (621/1999) säädetään, patoturvallisuusviranomaisen tulee tiedottaa ja pitää yleisesti saatavana tietoa padosta aiheutuvasta vahingonvaarasta.

Julkisuusperiaate määrittää viranomaisten toiminnan julkisuudesta annetun lain (jäljempänä julkisuuslaki) 1 §:n 1 momentissa: "Viranomaisten asiakirjat ovat julkisia, jollei tässä tai muussa laissa erikseen toisin säädetä." Julkisuuslain 24 §:ssä on säädetty salassa pidettävistä viranomaisen asiakirjoista (32 kohtaa). Näistä patoturvallisuutta saattavat koskea: 7) rakennelman turvajärjestelyjä koskevat asiakirjat ja 8) onnettomuuksiin ja poikkeusoloihin varautumista koskevat asiakirjat. Julkisuuslain 10 §:n nojalla viranomaisen on annettava tieto asiakirjan julkisesta osasta, kun vain osa asiakirjasta on salassa pidettävä. Viranomaisen asiakirjan antamisesta päättää se viranomaisen, jonka hallussa asiakirja on, jollei julkisuuslain 15 §:n 3 momentissa tai muualla laissa toisin säädetä (julkisuuslaki 14 §). Julkisuuslain nojalla on annettu asetus viranomaisten toiminnan julkisuudesta ja hyvästä tiedonhallintatavasta (1030/1999).

Patoturvallisuusviranomaisen velvollisuus on tiedottaa ja pitää yleisesti saatavana tietoa padosta aiheutuvasta vahingonvaarasta. Tällaista kansalaisten kannalta tärkeää tietoa ovat mm. padon luokka ja vahinkoalueen laajuus. Viranomaisen voi täyttää tiedottamisvelvollisuutensa tarjoamalla tietoa esimerkiksi Internet-sivuillaan.



Kuva 2. Padon luokittelu ja asiakirjojen hyväksyminen.

5 VAHINGONVAARASELVITYS, TURVALLISUUSSUUNNITELMA JA ONNETTOMUUSTILANTEET

5.1 Vahingonvaaraselvitys

5.1.1 Yleistä



PTL 9 § 1 mom. *Patoturvallisuutta koskevat selvitykset lupa-asiassa*

Padon omistajan on padon rakentamista koskevassa muun lain mukaisessa lupahakemuksessa selostettava tarpeellisessa määrin padosta aiheutuvaa vahingonvaaraa ja sen vaikutusta padon mitoitusperusteisiin.

PTL 12 § 1, 2 ja 4 mom. *Vahingonvaaraselvitys ja padon turvallisuussuunnitelma*

Padosta aiheutuvan vahingonvaaran selvittämiseksi 1-luokan padon omistajan on laadittava 9 §:ssä tarkoitettua selostusta tarkempi selvitys padosta ihmisille ja omaisuudelle sekä ympäristölle aiheutuvasta vahingonvaarasta (*vahingonvaaraselvitys*).

Patoturvallisuusviranomainen voi päättää, että vahingonvaaraselvitys on tehtävä myös muusta kuin 1-luokan padosta, jos tämä on tarpeen padon luokittelua tai luokan muuttamistarpeen arviointia varten.

Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin vahingonvaaraselvityksen ja padon turvallisuussuunnitelman laatimisesta ja sisällöstä.

PTL 14 § *Luokittelupäätös ja asiakirjojen hyväksyminen*

Patoturvallisuusviranomainen tekee päätöksen padon luokittelusta sekä 12 §:n 1 momentissa ja 13 §:ssä tarkoitettujen asiakirjojen hyväksymisestä.

Padon omistajan on toimitettava --- tarvittaessa vahingonvaaraselvitys --- patoturvallisuusviranomaiselle hyvissä ajoin ennen padon suunniteltua käyttöönottoa.

Patoturvallisuusviranomaisen on ennen luokittelupäätöksen tekemistä ja 2 momentissa tarkoitettujen asiakirjojen hyväksymistä varattava padon omistajalle ja alueen pelastusviranomaiselle tilaisuus tulla kuulluksi.

Päätös on annettava tiedoksi padon omistajalle, alueen pelastusviranomaiselle ja padon vaikutusalueen kunnille.

PTA 6 § *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.

Selostuksen padosta aiheutuvasta vahingonvaarasta (PTL 9 § 1 mom.) (ns. alustava vahingonvaaraselvitys) on oltava sisällöltään ja laajuudeltaan sellainen, että sen perusteella patoturvallisuusviranomainen voi riittävällä varmuudella arvioida padon luokan jo lupahakemusvaiheessa, koska luokka vaikuttaa oleellisesti mm. padon hydrologiseen mitoitukseen (kohta 3.1.2).

Vahingonvaaraselvitys (PTL 12 § 1 mom.) on 9 §:n 1 momentin tarkoittamaa selostusta tarkempi selvitys vahingonvaarasta. 1-luokan padoille laadittava vahingonvaaraselvitys tehdään siinä laajuudessa kuin on tarpeellista turvallisuussuunnitelman tai pelastustoimen suunnitelman laatimisen kannalta. Tällöin ei aina välttä-

mättä tarvita maastomalliin perustuvia patosortuman tulva-aaltolaskelmia ja tapauksesta riippuen esim. tarkat euromääräiset vahinkoarviot voivat olla tarpeettomia. Mikäli on tarpeellista padon luokittelua tai luokan muuttamistarpeen arviointia varten, patoturvallisuusviranomaisen voi PTL 12 §:n 2 momentin mukaan päättää, että vahingonvaaraselvitys on tehtävä myös muusta kuin 1-luokan padosta. Tämä tarkoittaa 2- ja 3-luokan patojen lisäksi myös luokittelemattomia patoja.

PTA 6 § määrittelee vahingonvaaraselvityksen sisällön eli siinä tulee kuvata veden tai muun padotun aineen leviäminen, padon sortumisesta aiheutuvan tulvan suurimman peittävyuden määrittäminen, vahinkokohteitten selvittäminen ja vahinkokohteille aiheutuvan vahingon arvioiminen. Vahingonvaaraselvityksessä kuvataan yksi tai muutama pahin sortumatapaus. Pato voi onnettomuustilanteessa sortua myös muusta kohtaa kuin vahingonvaaraselvityksen tarkastelukohteeksi valitusta kohdasta.

Kohdissa 5.1.2 ja 5.1.3 on käsitelty lähinnä vesistöpadon sortumisesta aiheutuvan tulvan selvittämistä. Jäte- ja kaivospatosortumaan liittyvät erityispiirteet on käsitelty kohdassa 5.1.5.

Myös vedenpinnan äkillisestä alenemisesta padon yläpuolella aiheutuva vahingonvaara tulee ottaa huomioon.

5.1.2 Sortumatapausten vertailu

Vahingonvaaraselvityksessä padon sortumapaikoiksi valitaan kohdat, joissa sortumasta aiheutuu suurin vahingonvaara (PTA 6 §). Turvallisuussuunnitelman ja pelastussuunnitelman laatimiseksi saattaa olla tarpeellista myös vähemmän vaarallisen sortumapaikan tarkastelu.

Purkautumiskohdissa tulee verrata keskenään erilaisia mahdollisia padon sortumatapauksia. Sortumatapausten synty tapa tulee määrittellä padon rakenteen mukaisilla oletuksilla sortumisesta ja sen kehityksestä. Oletukset tulee perustaa tunnetuista sortumatapauksista tai kokeellisesti tai todellisilla tapauksilla testatulla laskentamallilla saataviin tuloksiin ottaen huomioon padon rakenne ja eroosionkestävyys.

Patosortumavaikutukset määritetään sekä normaalitilanteissa että tulvatilanteissa. Maapatojen sortumatilanteet tulee määrittää vähintään seuraavissa tapauksissa (tulvapenkereet, ks. alla):

- maapadon äkillinen sortuma sisäisen eroosion vaikutuksesta keskivirtaamalla MQ normaalitilanteessa
- maapadon sortuminen ylivirtauksen/sisäisen eroosion johdosta tulvatilanteissa, joista luokan määrittämisen lähtötilanteena käytetään kerran 20 vuodessa toistuvaa tulvaa HQ1/20 (luonnontulva, jonka aikana patosortuman oletetaan tapahtuvan).

Tulvapenkereen ollessa kyseessä lähtötilanne on erilainen kuin vesistöpadon tapauksessa. Penkereen alapuolinen osa on tyypillisesti kuiva. Tällöin lähtötilanteena on penkereen padottaman vesipinnan tulvaveden korkeus, jolloin pengere estää suunnitellun korkuisen tulvaveden leviämisen kuivalle puolelle. Tulvatilanteen toistuvuus ei ole oleellinen asia, vaan vesipinta voi nousta joessa myös jää- tai hyydepadon seurauksena. Tulvapenger, joka on rakennettu suojelemaan meritulvalta, tarkastellaan tapauskohtaisesti.

Purkautumisen määrityksessä tulee käyttää tarkoitukseen soveltuvia laskentamenetelmiä. Käytetty määritysmenetelmä ja laskentatapa on esitettävä ja niiden käyttökelpoisuus altaan ominaisuuksien mukaan on perusteltava. Määritykseen liittyvää epävarmuutta on kuvattava ja arvioitava sen vaikutuksia tuloksiin ja johtopäätöksiin. Käytetyt lähtötiedot ja -oletukset on esitettävä. Mikäli parempaa menetelmää ei ole käytettävissä, voidaan sortuma-aukon muodostumisen määrittämiseen käyttää liitteessä 14 esitettyä Froehlichin (1995) menetelmää. Menetelmän avulla saadaan sortuma-aukon lopullinen leveys ja aukon muodostumiseen kuluva aika. Näiden tietojen avulla voidaan määrittää sortuma-aukosta purkautuva virtaama.

5.1.3 Tulva-aallon etenemisen selvittäminen

Jos padon luokan selvittämiseksi tai turvallisuussuunnitelman ja pelastustoimen suunnitelman laatimiseksi on tarpeen, tulva-aallon eteneminen on selvitettävä tarvittavin laskelmin esimerkiksi maastomallin avulla (PTA 6 §). PTA 6 §:n mukaisen tulvan suurimman peittävyuden eli patosortuman tulvavaaran määrittämiseen ei aina tarvita työläitä tietokonelaskelmia, vaan tulva voidaan esittää maaston korkeustietojen perusteella leviämispirroksena esimerkiksi tulvapenkereen sortuessa.

Laskennassa tulee uomavirtausten osalta käyttää pääasiassa yksi- tai kaksidimensioisia muuttuvan virtauksen yhtälöitä, jolloin laskenta suoritetaan tarkoitukseen soveltuvalla tietokoneohjelmalla. Sivuvirtojen ja

allasmaisesti toimivien uomajaksojen osalta tulee kysymykseen myös varastoyhtälöiden käyttö. Kynnysten yli tai aukkojen läpi tapahtuvat virtaukset voidaan laskea virtaustien muodosta riippuen ns. leveän ylisyoösyn tai pinta- ja pohja-aukon virtausten kaavoja käyttäen. Laskentaohjelmiston soveltuvuus patosortuma-aallon laskentaan on esitettävä vahingonvaaraselvityksessä.

Uomassa olevien patojen ja siltojen osalta joudutaan arvioimaan, säilyvätkö vai sortuvatko ne tulvan kulkiesä. Siltojen osalta on myös selvitettävä niiden mahdollisen tukkeutumisen vaikutus vedenpintoihin ja virtaamiin.

Tulvan kulkua tulee seurata niin kauan kuin sillä on merkitystä vahingonvaaran selvityksen kannalta.

5.1.4 Vahinkoarvioiden laatiminen

Osana vahingonvaaraselvitystä laaditaan vahinkoarviot tärkeimmistä luvussa 5.1.3 esitetyistä tulva-aaltolaskelmista. Tulvatapaukset, joille vahinkoarviot laaditaan, päätetään yhdessä patoturvallisuusviranomaisen kanssa. Vahinkoarviot koskevat kohteita, jotka ovat tulvan peittämällä alueella sekä lisäksi tulvarajan välittömässä läheisyydessä olevia tai tulvan saartamaksi jääviä kohteita. Vahinkokohteita voivat olla esimerkiksi:

- alueella pysyvästi tai vapaa-ajan asunnoissa asuva väestö
- julkisissa rakennuksissa, kouluissa, sairaaloissa, liikkeissä tai muissa paikoissa asioivat tai pidempiaikaisesti oleskelevat ihmiset
- rakennukset (asuinrakennukset, julkiset rakennukset ym.)
- yhteiskunnan toiminnan kannalta tärkeät kohteet (esim. sähkön ja veden jakeluun, jätevesien puhdistamiseen ja tietoliikenteeseen vaikuttavat kohteet)
- tuotantolaitokset ja niille aiheutuvat tuotantotappiot
- tulvan alle jäävät tie- ja rautatieosuudet sekä sillat
- vahingonvaaraa aiheuttavat padon alapuolella olevat vesirakenteet
- kohteet, joissa säilytetään vaarallisia tai haitallisia aineita
- pelastustoiminnan toimivuuden kannalta tärkeät kohteet
- ympäristövahinkokohteet.

Tulva-aaltolaskelmien (kohta 5.1.3) tai yksinkertaisissa tapauksissa hydrauliiikan perusteiden avulla arvioidaan virtausnopeus ja vedenkorkeus vahinkokohteen luona. Tällöin otetaan huomioon vaikuttaako vahinkokohteeseen dynaaminen tulva-aalto vai onko kyseessä esim. suuren vesimäärän aiheuttama padottava vaikutus. Rakennusten vaurioiden ja ihmishenkien menetysten arviointiin soveltuvia vahinkoparametrin vd (virtausnopeus kerrottuna vedenkorkeudella) arvoja on esitetty liitteessä 15.

Vahinkoarviot esitetään vahinkokohteittain taulukkomuodossa. Mikäli vahinkokohteita on paljon, voidaan niitä ryhmittää käsittelyn selkeyttämiseksi.

Mikäli on tarpeen arvioida tarkemmin riskiä yhdenkin ihmishengen menetykseen, rajatapaustarkastelu voidaan tehdä esim. Grahamin menetelmällä (Graham 1999). Menetelmä perustuu Yhdysvalloissa vuosina 1960–1998 tapahtuneisiin todellisiin patosortumiin. Tärkeimmät tekijät kuolonuhrien lukumäärään ovat 1) vaarassa olevien ihmisten lukumäärä, 2) alueella olevien ihmisten varoittamisen/hälyttämisen onnistuminen sekä 3) sortuma-aallon voimakkuus. Menetelmä on kuvattu liitteessä 16.

5.1.5 Jäte- ja kaivospatojen vahingonvaara

Jäte- ja kaivospatojen vahingonvaaraselvityksessä selvitetään mahdollisen patosortuman aiheuttamien tulvavaiikutusten lisäksi vaikutuksia, joita syntyy aineiden haitallisista tai vaarallisista ominaisuuksista. Pääsääntöisesti jätepadolla vahingonvaara arvioidaan pahimmassa tapauksessa eli kun allas on kokonaan valmis ja täynnä. Padot rakennetaan pääsääntöisesti kerroksittain. Näin ollen vahingonvaara on käytön aikana usein huomattavasti arvioitua pienempi, johtuen pienemmästä padotuskorkeudesta ja pienemmästä padotettavan aineen määrästä.

Vahingonvaaraselvityksessä tulee kuvata haitallisten aineiden ominaisuuksia ja mahdollisia leviämisreittejä sekä vaikutuskohteita ja mahdollisia vaikutuksia. Onnettomuustilanteessa aiheutuvan haitan laajuuteen sekä kestoon vaikuttavat mm. aineiden leviäminen (vrt. tulva-aaltolaskelma), laimeneminen ja pidättyminen maaperään sekä aineen muuntuminen. Vaikutusalueen maankäytön lisäksi tulee kartoittaa siellä sijaitsevat erityistä suojelua vaativat kohteet kuten vedenottoon käytetyt tai soveltuvat pohjavesialueet, luonnonsuojelualueet, uhan-

alaiset kasvit ja eläimet. Haittojen vakavuutta voidaan arvioida mm. pohja-, talous- ja pintavedelle sekä maaperälle ja elintarvikkeille asetettujen laatumäärittelyjen perusteella. Vaikutusalueen luontaiset taustapitoisuudet tulee huomioida arvioitaessa sortuman aiheuttamia ympäristö- ja terveysvaikutuksia.

Padotun aineen laadusta sekä ympäristöstä johtuvat, padon luokitukseen vaikuttavat tiedot on yleensä kuvattu riittävässä määrin ympäristölupahakemuksissa ja -päätöksissä (valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 713/2014, 3§) sekä mahdollisesti ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa. Padon vahingonvaaraselvitykseen kootaan em. lähteistä tai muista yleisesti saatavilla olevista dokumenteista yhteenveto padon luokituksen kannalta oleellisista seikoista ja tehdään johtopäätöksenä esitys patoluokaksi.

Padon sortumisesta aiheutuvan tulva-aallon aiheuttama vaara selvitetään, kuten muualla kohdassa 5 on esitetty. Jäte- ja kaivospadon luokaksi määräytyy vaikutukseltaan vakavamman (aineen laatu tai tulva-aalto) vaaran aiheuttava vaikutustapa.

5.1.6 Vahingonvaaraselvityksen sisältö

Vahingonvaaraselvitys koostuu seuraavista kohdista:

1. YLEISTÄ
2. VESISTÖALUEKUVAUS
3. LASKENTAMALLI
4. PADON MURTUMATAPAUSTEN VERTAILU
5. TULVA-AALLON LASKENTA
6. PATOMURTUMAN AIHEUTTAMA VAHINGONVAARA
7. TOIMINNALLINEN TARKASTELU
8. ESITYS PADON LUOKAKSI

Vahingonvaaraselvityksen tulosten esittämisestä on lisätietoja liitteessä 15. Vahingonvaaraselvityksen karttojen laadinnasta on valmistunut erillinen ohje, joka löytyy patoturvallisuuden verkkosivuilta (www.ymparisto.fi/patoturvallisuus).

5.1.7 Vahingonvaaraselvityksen päivittäminen



PTL 20 § *Vahingonvaaraselvityksen päivittäminen*

Patoturvallisuusviranomainen voi määräaikaistarkastuksen perusteella määrätä padon omistajan päivittämään padolle laaditun vahingonvaaraselvityksen.

Padon omistajan tulee toimittaa päivitetty vahingonvaaraselvitys patoturvallisuusviranomaiselle hyväksyttäväksi määräaikaistarkastuksen yhteydessä tai erikseen.

Patoturvallisuusviranomaisen on annettava päivitetyn vahingonvaaraselvityksen hyväksymispäätös tiedoksi padon omistajalle, alueen pelastusviranomaiselle ja padon vaikutusalueen kunnille.

Padon vahingonvaaraselvitys on päivitettävä, kun tähän ilmenee tarvetta esimerkiksi uuden asutuksen tai tulva-alueelle rakennettujen virtausta rajoittavien rakenteiden takia. Patoja korotettaessa tai padotun aineen laadun muuttuessa on vahingonvaaraselvityksen ajantasaisuus tarkistettava ja se on tarvittaessa päivitettävä. Vahingonvaaraselvitys on päivitettävä myös, jos vanhan selvityksen laatimisesta on kulunut runsaasti aikaa ja selvityksessä käytettävien menetelmien kehittymisen ansiosta voidaan vahingonvaaraselvityksen uusimisen avulla oleellisesti parantaa turvallisuussuunnitelmaa tai pelastustoimen suunnittelua varten tarvittavien lähtötietojen laatua.

5.2 Padon turvallisuussuunnitelma

5.2.1 Yleistä



PTL 12 § 3 ja 4 mom. *Vahingonvaaraselvitys ja padon turvallisuussuunnitelma*

Padon omistajan tulee laatia ja pitää ajan tasalla suunnitelma toimenpiteistä 1-luokan padon onnettomuus- ja häiriötilanteissa (*padon turvallisuussuunnitelma*).

Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin vahingonvaaraselvityksen ja padon turvallisuussuunnitelman laatimisesta ja sisällöstä.

PTL 14 § *Luokittelupäätös ja asiakirjojen hyväksyminen*

Patoturvallisuusviranomaisen tekee päätöksen padon luokittelusta sekä 12 §:n 1 momentissa ja 13 §:ssä tarkoitettujen asiakirjojen hyväksymisestä.

Padon omistajan on toimitettava luokittelupäätöstä varten tarvittava selvitys ja tarkkailu-ohjelma sekä tarvittaessa vahingonvaaraselvitys ja padon turvallisuussuunnitelma patoturvallisuusviranomaiselle hyvissä ajoin ennen padon suunniteltua käyttöönottoa.

Patoturvallisuusviranomaisen on ennen luokittelupäätöksen tekemistä ja 2 momentissa tarkoitettujen asiakirjojen hyväksymistä varattava padon omistajalle ja alueen pelastusviranomaiselle tilaisuus tulla kuulluksi.

Päätös on annettava tiedoksi padon omistajalle, alueen pelastusviranomaiselle ja padon vaikutusalueen kunnille.

PTA 7 § *Padon turvallisuussuunnitelma*

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, vaara aiheuttavat ominaisuudet, määrä, pitoisuudet, kulkeutuminen ja muuttuminen sekä muut padon erityispiirteet.

Patoturvallisuusviranomaisen tarkistaa 1-luokan padolle laaditun turvallisuussuunnitelman, mutta ei tee varsinaista hyväksymispäätöstä. Mikäli padon omistajalla on käytettävissä pelastustoimen suunnitelma tai kunnan väestönsuojelusuunnitelma, tulisi se säilyttää turvallisuussuunnitelman yhteydessä.

Turvallisuussuunnitelmassa esitetään padon omistajan omatoiminen varautuminen ja toiminta onnettomuus- ja häiriötilanteissa. Suunnitelmaa laadittaessa on huomattava, että padot ja niiden vaara-alueisiin liittyvät erityispiirteet vaihtelevat hyvin paljon. Näin ollen turvallisuussuunnitelman sisältöä ei voi määritellä tarkasti, vaan suunnitelmat muokkautuvat riskitekijöiden ja vallitsevien olosuhteiden mukaisiksi. Vesistöpatojen osalta olisi hyvä suunnitella etukäteen vahinkotapauksessa vahinkoja ehkäisevät ja rajoittavat vesistöön tai vesirakenteisiin kohdistuvat toimenpiteet. Jäte- ja kaivospatojen osalta tulisi selvittää aktiiviset toimet, joilla padottua ainetta voidaan vahinkotapauksessa kerätä ja käsitellä.

Turvallisuussuunnitelman lähtökohtana on kohdassa 5.1 selostettu vahingonvaaraselvitys.

Jos samassa vesistöissä on useita 1-luokan patoja, joista yhden sortuminen voi aiheuttaa alempana olevien patojen sortumisen tai huomattavan vaaratilanteen ihmisille, omaisuudelle ja ympäristölle, on patojen sarjasortuminen tai lupamääriä ylittävät hätäjuoksutukset, huomioitava padon omistajan suunnitelmassa vesistön ohjaamiseksi. Tarvittaessa yksittäisten patojen turvallisuussuunnitelmat tai osat niistä yhdistetään koko vesistöä koskevaksi toimintasuunnitelmaksi.

Turvallisuussuunnitelman on oltava valmis ennen padon käyttöönottoa. Viimeisin päivitetty turvallisuussuunnitelma on oltava kokonaisuudessaan padon kunnossapidon ja käytön vastuuhenkilöiden sekä patoturvallisuusviranomaisen ja pelastusviranomaisen käytettävissä.

Turvallisuussuunnitelma on pidettävä ajan tasalla. Pelastustoiminnan tai padon hätäkorjaustoiminnan kannalta keskeiset suunnitelman osat on päivitettävä jatkuvasti tai vähintään vuosittain. Näitä turvallisuussuunnitelman osia ovat mm. tiedot, jotka koskevat:

- tiedonsaantia pato-onnettomuudesta tai sen uhasta
- onnettomuustiedon ja hälytysten välittämistä padon omistajan henkilöstölle sekä tarvittaville viranomaisille
- padon vaara-alueen väestön varoittamista.

Koko turvallisuussuunnitelma on käytävä perusteellisesti läpi ja päivitettävä tarpeellisilta osiltaan vähintään viiden vuoden välein määräaikaistarkastuksen yhteydessä. Päivitykseen on liityttävä vahingonvaaraselvityksen arviointi ja kriittinen tarkastelu siitä, vastaako suunnitelma padosta aiheutuvia riskitekijöitä.

Mikäli 1-luokan jäte- ja kaivospadoille on laadittu jonkin muun lain mukainen suunnitelma, joka täyttää myös patoturvallisuuslain ja -asetuksen vaatimukset turvallisuussuunnitelmalle, ei ko. padolle tarvitse laatia erillistä patoturvallisuuslain mukaista asiakirjaa. Tällainen suunnitelma on esim. ympäristönsuojelulain (527/2014) mukainen suuronnettomuuden vaaraa aiheuttaville kaivannaisjätteen jätealueille laadittava toimintaperiaateasiakirja, turvallisuusjohtamisjärjestelmä sekä sisäinen pelastussuunnitelma. Muun lain mukaisessa turvallisuusasiakirjassa tulee kuitenkin patoa koskevat asiat esittää selkeästi esimerkiksi omana kappaleena.

5.2.2 Pato-onnettomuusvaarasta tiedottaminen



PTL 28 § Tiedottaminen

Sen lisäksi, mitä viranomaisten toiminnan julkisuudesta annetussa laissa (621/1999) säädetään, patoturvallisuusviranomaisen tulee tiedottaa ja pitää yleisesti saatavana tietoa padosta aiheutuvasta vahingonvaarasta.

1-luokan padosta aiheutuvasta onnettomuusvaarasta ja laaditusta turvallisuussuunnitelmasta on tiedotettava onnettomuusvaaralle alttiiksi joutuvaa väestöä. Ennakkotiedottaminen voidaan toteuttaa internetin välityksellä, jakamalla vaara-alueen väestölle onnettomuusvaaraa koskeva tiedote sekä järjestämällä tarvittaessa tiedotustilaisuuksia. Pelastusviranomainen tiedottaa omien periaatteidensa mukaan omista suunnitelmistaan. Padon omistaja osallistuu tiedottamiseen omalta osaltaan.

Padon onnettomuusvaara on huomioitava ulkoisena riskitekijänä vaara-alueen asuinrakennusten sekä yritysten ja laitosten pelastussuunnitelmissa (pelastuslaki 14 ja 15 §).

5.2.3 Padon omistajan sekä eri viranomaisten tehtävät pato-onnettomuuden sattuessa

Padon omistajan tehtävät

Jokainen, joka huomaa tai saa tietää tulipalon syttyneen tai muun onnettomuuden tapahtuneen tai uhkaavan eikä voi heti sammuttaa paloa tai torjua vaaraa, on velvollinen viipymättä ilmoittamaan siitä vaarassa oleville, tekemään hätäilmoituksen sekä ryhtymään kykynsä mukaan pelastustoimenpiteisiin (pelastuslaki 3 §). Tämä pelastuslain mukainen velvollisuus koskee erityisesti padon omistajaa tai heidän palveluksessaan olevia padon ylläpidosta vastaavia henkilöitä. Padon omistajan muut velvollisuudet pato-onnettomuuden sattuessa määritellään patoturvallisuuslain 24-27 §:ssä ja tätä on selostettu oppaan kohdassa 5.3. Tehtäviä tarkennetaan 1-luokan padoille laadittavassa turvallisuussuunnitelmassa.

Pato-onnettomuuden uhatessa tai sen tapahduttua on padon omistajan velvollisuutena mm:

- varmistaa, että tapahtumasta on tehty onnettomuusilmoitus hätäkeskukseen
- ilmoittaa tilanteesta patoturvallisuusviranomaiselle ja jätepatojen osalta myös ympäristöviranomaiselle
- arvioida tapahtuman vakavuus ja määritellä tarvittavien hälytysten laajuus yhdessä pelastusviranomaisten kanssa
- huolehtia omalta osaltaan padon vaara-alueen väestön varoittamisesta (päätetään yhdessä pelastusviranomaisten kanssa)

- huolehtia vesistön ohjaamiseen ja patosortuman korjaamiseen tarvittavan henkilöstön ja kaluston hälyttämisestä yhdessä pelastusviranomaisen kanssa
- aloittaa tilanteen edellyttämä vesistön ohjaaminen patosortuman korjaamisen helpottamiseksi tai sortumasta aiheutuvien vahinkojen rajoittamiseksi
- aloittaa patosortuman hätäkorjaus ja korjaustoiminnan johtaminen
- pitää pelastustoiminnan johtaja ja muut viranomaiset tietoisena patosortuman kehittymisestä ja padon korjaamisen ja vesistön ohjaamisen edistymisestä
- osallistua onnettomuuden edellyttämään tiedottamiseen.

Viranomaisten tehtävät

Eri viranomaisten ja laitosten tehtävistä ja velvollisuudesta osallistua pelastustoimintaan säädetään lähinnä pelastuslaissa ja -asetuksessa sekä niitä koskevassa lainsäädännössä.

Pelastusviranomaiset huolehtivat patosortuman ja siitä johtuvan tulvan edellyttämistä toimenpiteistä, joista pelastuslaitokset voivat tarkoituksenmukaisesti huolehtia. Toimenpiteillä tarkoitetaan kiireellisiä tehtäviä, joiden hoitaminen edellyttää hyvää toimintavalmiutta sekä pelastuslaitoksilla olevaa henkilöstöä, kalustoa ja ammattitaitoa. Keskeisiä tehtäviä ovat eri toimintaorganisaatioiden hälyttäminen, väestön varoittaminen, suojaaminen ja pelastaminen sekä pelastustoiminnan ja kokonaistilanteen johtaminen. Mikäli pelastuslaitosten katsotaan voivan tarkoituksenmukaisesti huolehtia muistakin kiireellisistä toimenpiteistä, kuten padon korjaustöiden aloittamisesta, pelastuslaitos on näihin toimenpiteisiin ennalta patokohtaisesti perehdytettävä ja koulutettava.

Patoturvallisuusviranomainen valvoo, että padon omistaja huolehtii tilanteen alkuvaiheen velvollisuuksistaan sekä antaa asiantuntija-apua pelastustoimelle ja padon omistajalle. Patoturvallisuusviranomainen ilmoittaa tahtuneesta tarpeesta muille viranomaisille ja osallistuu tarvittaessa väestön varoittamiseen.

ELY-keskus huolehtii tarvittaessa erityisesti vesistöön ja vesirakenteisiin kohdistettavista toimenpiteistä, niiden ennalta suunnittelusta ja niiden suorittamiseen tarvittavasta asiantuntemuksesta sekä paikallisten mahdollisuuksien mukaan myös toimenpiteisiin osallistumisesta. ELY-keskus toimii pelastusviranomaisen tukena ja asiantuntijana säännöstelyn ohjauksessa, mikäli säännöstelyllä voidaan vaikuttaa vahinkojen suuruuteen.

Ympäristöonnettomuustilanteessa (kaivos- ja jätepadot) ELY-keskus valvoo padon omistajan toimintaa sekä antaa asiantuntija-apua pelastuslaitokselle. ELY-keskus arvioi onnettomuuden vaikutuksia ympäristöön ja tiedottaa ympäristöntilasta.

Poliisi huolehtii yleisen järjestyksen ja turvallisuuden ylläpitämisestä, vaara-alueiden eristämisestä, liikenteen ohjaamisesta, kadonneiden etsinnän järjestämisestä, evakuoitujen alueiden vartioinnista, onnettomuuden syyn tutkinnasta sekä muista sellaisista toimenpiteistä, joista poliisi voi tarkoituksenmukaisesti huolehtia.

Padon omistajan sekä eri viranomaisten ja laitosten tehtävät sekä päätöksenteko- ja johtamisvastuut on 1-luokan padon omistajan selvitettävä ennakkoon padolle laadittavassa turvallisuussuunnitelmassa. Tehtävien edellyttämä koulutus ja harjoittelu toteutetaan pääasiassa padon omistajan, pelastusviranomaisten sekä patoturvallisuusviranomaisen toimesta.

5.2.4 Toimintavalmiuden ylläpitäminen – koulutus ja harjoittelu

Erityisesti padon omistajalla, mutta myös muilla henkilöillä, virastoilla tai laitoksilla, joilla on toimintavelvoitteita pato-onnettomuuden sattuessa, on velvollisuus omalta osaltaan huolehtia onnettomuuden edellyttämän toimintavalmiuden ylläpitämisestä.

Pato-onnettomuuden varalta laadittavat turvallisuussuunnitelmat ja toimintaohjeet eivät yksistään varmista nopeaa ja tehokasta toimintaa onnettomuustilanteessa. Toimintavalmiuden ylläpitäminen edellyttää säännöllistä koulutusta ja harjoittelua.

Padon omistajan henkilöstön koulutus

Padon omistajan on keskityttävä koulutuksessaan erityisesti seuraaviin asioihin:

- henkilöstön valmiuksiin havaita ja arvioida patosortumaan tai -vaurioon viittaavat padon muutokset
- henkilöstön valmiuksiin käynnistää padon hätätilanteen edellyttämät hälytykset ja varoitukset

- henkilöstön valmiuksiin aloittaa padon omistajan toimenpiteet vesistön ohjaamiseksi ja patovaurion korjaamiseksi sekä jäte- ja kaivospadoilla ympäristöhaittojen minimoimiseksi
- toiminnan koordinoimiseen sekä viranomaisyhteistyöhön.

Mikäli joitain padon omistajalle kuuluvia tehtäviä, kuten luukkujen käyttö, on suunniteltu hätätilanteessa toteutettavaksi/aloitettavaksi ulkopuolisten organisaatioiden (pelastuslaitos) toimesta, on padon omistajan huolehdittava myös heidän kouluttamisestaan. Hätkorjauksen aloittaminen voi nopeutua, mikäli pelastuslaitoksella on tarvittava tieto padon korjaukseen käytettävästä kalustosta ja materiaalista.

Yhteistoimintaharjoitukset

1-luokan patoihin liittyviä harjoituksia tulisi järjestää padon omistajan sekä eri viranomaisten yhteistoimintaharjoituksina, koska vain näillä harjoituksilla saadaan riittävä varmuus toiminnan onnistumisesta todellisessa tilanteessa. Aloite harjoituksiin voi tulla patoturvallisuusviranomaiselta tai padon omistajalta ja nämä tahot osallistuvat myös suunnitteluun, mutta harjoituksen järjestää ja siitä vastaa pelastusviranomainen.

Yhteistoimintaharjoitus sisältää laadittujen toimintasuunnitelmien läpikäymistä ja kehittämistä, kohdetuntemuksen hankkimista vaara-alueesta sekä varsinaisia toimintaharjoituksia. Harjoituksina tulevat kyseeseen pelikeskuksen johdolla ”pelattavat” kartta- ja maastoharjoitukset, joissa pato-onnettomuustilanne pelataan karttojen ja tilannekuvausten perusteella läpi. Yhteistoimintaharjoitukseen on liitettävä myös hätäkeskuksen henkilöstö, jolloin voidaan testata varoitus- ja hälytysyhteyksien sekä hälytysohjeen toimivuus.

Ympäristösuojelulain mukaisten suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavien kaivannaisjätteiden jätealueilla on pelastusviranomaisen järjestettävä sisäministeriön asetuksen Erytystä vaaraa aiheuttavien kohteiden ulkoisesta pelastussuunnitelmasta (612/2015) mukaan suuronnettomuusharjoitus vähintään kolmen vuoden välein. Suuronnettomuuden vaara aiheuttavat kaivannaisjätealueiden padot on pääsääntöisesti patoturvallisuuslain mukaisia 1-luokan patoja.

5.3 Pato-onnettomuuksiin varautuminen ja toiminta onnettomuustilanteissa



PTL 24 § Onnettomuuksien ehkäiseminen

Padon omistajan on ryhdyttävä padosta aiheutuva vahingonvaara huomioon ottaen tarpeellisiin toimiin pato-onnettomuuden ehkäisemiseksi ja onnettomuudesta aiheutuvien vahinkojen rajoittamiseksi.

PTL 25 § Pelastustoimen suunnitelmat

Pelastustoimen suunnittelusta säädetään pelastuslain 9 §:ssä. *[uusi pelastuslaki 379/2011: 47 §]* Patoturvallisuusviranomainen toimittaa alueen pelastusviranomaiselle tämän pyytämät hallussaan olevat pelastustoimen suunnitelmien laatimisen kannalta tarpeelliset tiedot.

PTL 26 § Pelastustoiminta

Pelastustoiminnasta säädetään pelastuslaissa. Padon omistajan ja patoturvallisuusviranomaisen tulee avustaa pelastustoiminnan johtajaa pelastustoiminnassa. Patoturvallisuusviranomainen osallistuu lisäksi tarvittaessa pelastuslain 44 §:n 3 momentissa tarkoitetun johtoryhmän työhön. *[uusi pelastuslaki 379/2011: 35 § 2 momentti]*

PTL 27 § Hätäilmoitus ja ilmoitus turvallisuuden kannalta poikkeuksellisesta tilanteesta

Hätäilmoituksen tekemisestä hätäkeskukselle säädetään pelastuslain 28 §:ssä. *[uusi pelastuslaki 379/2011: 3 §]* Padon omistajan on ilmoitettava tehdystä hätäilmoituksesta välittömästi patoturvallisuusviranomaiselle.

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

Padon omistajan yleinen velvoite onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja onnettomuudesta aiheutuvien vahinkojen rajoittamiseksi hoidetaan 1-luokan patojen osalta turvallisuussuunnitelmalla, jota on käsitelty kohdassa 5.2. Muiden patojen osalta toimenpiteiden tarpeellisuus arvioidaan tapauskohtaisesti.

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 15 §:n mukaan luvanvaraisen toiminnan harjoittajan on ennakolta varauduttava toimiin onnettomuuksien ja muiden poikkeuksellisten tilanteiden estämiseksi ja niiden terveydelle ja ympäristölle haitallisten seurausten rajoittamiseksi. Varautumissuunnitelma perustuu riskiarviointiin. Jätepatojen omistajien tulisi huomioida ympäristönsuojelulain velvoite ennakkovarautumisesta arvioidessaan muiden kuin 1-luokan patojen riskejä.

Pelastustoimen suunnitelmien kannalta tarpeelliset tiedot, jotka patoturvallisuusviranomaisen tulee toimittaa alueen pelastusviranomaiselle, sisältyvät 1-luokan padoille laadittavaan vahingonvaaraselvitykseen ja turvallisuussuunnitelmaan. Suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavien kaivannaisjätteiden jätealueen ympäristönsuojelulain (527/2014) mukainen sisäinen pelastussuunnitelma voi korvata edellä mainitun padon turvallisuussuunnitelman kohdan 5.2.1 mukaisesti. Pelastustoimen suunnittelusta säädetään pelastuslain 47 §:ssä. Turvallisuussuunnitelmassa on kysymys padon omistajan omatoimisesta varautumisesta vaaratilanteisiin. Pelastusviranomaisen arvioi tapauskohtaisesti pelastuslain mukaisen suunnitelman laatimistarpeen. Suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavien kaivannaisjätteen jätealueille on pelastusviranomaisen laadittava pelastuslain (379/2011) 48 §:n mukaan ulkoinen pelastussuunnitelma.

Hätäilmoituksen tekemisestä hätäkeskukselle säädetään pelastuslain 3 §:ssä. Pykälän mukaan jokainen, joka huomaa tai saa tietää onnettomuuden tapahtuneen tai uhkaavan on velvollinen ilmoittamaan siitä viipymättä vaarassa oleville, tekemään hätäilmoituksen sekä ryhtymään kykynsä mukaan pelastustoimintaan. Pykälä koskee myös pato-onnettomuutta ja sen uhkaa.

5.4 Riskianalyysin käyttö patoturvallisuudessa

Patoturvallisuuslaki ja -asetus eivät velvoita padon omistajia käyttämään riskianalyysiä Suomen padoilla.

Laasosen (2009) mukaan ulkomailla patojen riskianalyysiä on alettu käsitellä laajemmalti 1990-luvulla. Vuonna 1994 Australian kansallinen suurpatokomitea (ANCOLD) julkaisi ohjeet riskien arvioinnista (Guidelines on Risk Assessment). Vuonna 1997 Trondheimissä pidettiin Hydropower '97-konferenssi, jonka yhtenä teemana oli patoturvallisuus ja riskianalyysi (Broch et al, 1997). Vuonna 2000 ICOLDin Pekingin kongressissa käsiteltiin riskianalyysin käyttöä patoturvallisuuden päätöksenteossa ja hallinnassa (Question 76: The use of risk analysis to support dam safety decisions and management).

Suomen ympäristökeskuksen koordinoimassa RESCDAM-projektissa (1999 – 2001) tarkasteltiin mm. riskianalyysiä. Esimerkkinä oli Seinäjoella sijaitsevan Kyrkösjärven maapadon sortumistodennäköisyyden laskenta (Slunga, 2001), patosortuman seurausvaikutusten arviointi eli ihmishenkien menetykset (Reiter, 2001) sekä euromääräiset vahingot. Patoturvallisuuden täydennyskoulutusohjelmaan (PATU 2004 – 2005) kuuluvalla Maapadot-kurssilla yhtenä aiheena oli "Maapadon riskianalyysi kunnostustarpeen tarkastelussa ja padon normaali heikkeneminen" (Slunga, 2005), jossa oli esimerkkinä myös Kyrkösjärven maapato. Esitelmässä todetaan riskianalyysin merkityksestä:

"Todennäköisyysteoriaan perustuva riskianalyysi tarjoaa padon turvallisuuden arviointiin rationaalisemman perustan ja laajemman näkemyksen kuin perinteinen standardeihin perustuva menettely. Täydellisessä riskianalyysissä tarkastellaan kaikkia padon turvallisuuteen vaikuttavia kuormitustekijöitä. Analysointimenettelyllä ei pyritä korvaamaan perinteistä suunnittelijan insinööritaitoihin perustuvaa asiantuntemusta. Päinvastoin tässä menettelyssä tarvitaan erittäin suuressa määrin asiantuntijoiden tietämystä. Analysoinnin tuloksena ei saada tarkkaa padon murtumistodennäköisyyttä. Analysointitulosta voidaan hyödyntää suhteellisessa mielessä, kun arvioidaan, mitä erilaiset parannukset ja korjaustoimenpiteet vaikuttavat padon turvallisuuteen ja missä järjestyksessä toimenpiteitä on järkevintä toteuttaa."

Liitteessä 17 Padon riskianalyysistä on selostettu yleispiirteisesti riskianalyysin käyttöä patoturvallisuudessa.

6 PADON KUNNOSSAPITO, KÄYTTÖ, TARKKAILU JA TARKASTUKSET

6.1 Padon kunnossapito



PTL 15 § *Kunnossapitovelvollisuus*

Padon omistaja on velvollinen pitämään padon sellaisessa kunnossa, että pato toimii suunnitellulla tavalla ja on turvallinen.

Maapadon kunnossapitoon kuuluvia töitä ovat mm:

- määrän luiskan verhouksen korjaukset (yleensä vesirajassa)
- silmämääräistä tarkkailua haittaavan ja padon toimintaa vaarantavan kuivan luiskan puuston ja pensaikkojen raivaukset
- kuivatusjärjestelmän toimintakunnosta huolehtiminen (salaojien huuhtelu, kaivojen ja putkistojen kunnossapito, avo-ojien aukipitäminen, tarvittavat puuston ja pensaikkojen raivaukset)
- harjan kulkukelpoisuuden säilyttäminen pitämällä harja vapaana kulkua haittaavasta kasvillisuudesta sekä tekemällä tarvittavia korjauksia (painumat, ajourat).

Betonipadoilla kunnossapitoluonteisia töitä ovat mm. silmämääräisesti havaittavien syöpmien korjaaminen tarpeen mukaan.

Luukut tulee pitää kunnossa tekemällä säännölliset huoltotoimenpiteet ja tarvittavat korjaukset.

Tarkkailulaitteet on pidettävä kunnossa huoltamalla niitä tarpeen mukaan. Huoltoon kuuluu esim. huokosvesipaineen ja pohjavedenkorkeuden mittausputkien huuhtelu tai uusiminen sekä mittauspatojen ylä- ja alapuolelle kertyvän lietteen poisto.

Tampereen Tammerkosken patojen turvallisuus on saatettu hyvälle tasolle mm. rakentamalla uudestaan Frenckellin patomuuri, 2012 (Milla Torkkel)



6.2 Padon käyttö

6.2.1 Yleistä

Määräyksiä padon käytöstä annetaan padon rakentamista koskevassa luvassa. Vesistöpatojen vesilain mukaisessa lupapäätöksessä on määräykset vedenkorkeuksista ja juoksutuksista (padotus- ja juoksutussääntö). Jäte- ja kaivospatojen ympäristöluvassa voi olla määräykset vedenkorkeuksista, altaaseen sijoitettavan jätteen laadusta, patokorotusten tai jätealueen maksimikorkeudesta sekä jätevesien johtamisesta alapuoliseen vesistöön. Padon käytöstä vastaavalla henkilöllä on oltava riittävä asiantuntemus patoturvallisuusasioissa ja padon käytöstä vastaavalla henkilökunnalla riittävä perehtyneisyys padon turvallisuuteen vaikuttaviin olosuhteisiin, käyttöön ja turvajärjestelmiin (PTL 6 §, PTA 1 §:n 2 momentti, kohta 2.5).

6.2.2 Padon käytön turvajärjestelyt



PTL 16 § *Padon käyttö*

Patoa tulee käyttää siten, että käytöstä ei aiheudu vaaraa ihmishengelle ja terveydelle. Padon käytön turvallisuuden varmistamiseksi 1- ja 2-luokan padoilla on oltava riittävät turvajärjestelyt. Turvajärjestelyistä säädetään tarkemmin valtioneuvoston asetuksella.

PTA 9 § *Padon turvajärjestelyt*

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 ilkivallasta aiheutuvan vaaran torjumiseksi.

Padon omistajan on laadittava, pidettävä ajan tasalla ja toimitettava patoturvallisuusviranomaiselle kuvaus turvajärjestelyistä, jos nämä eivät käy ilmi muista patoturvallisuusviranomaiselle toimitetuista asiakirjoista.

PTA 1 § 2 mom. *Pätevyysvaatimukset*

Padon käytöstä vastaavalla henkilökunnalla on oltava riittävä perehtyneisyys padon turvallisuuteen vaikuttaviin olosuhteisiin, käyttöön ja turvajärjestelmiin.

Yksittäisen padon turvajärjestelyt muodostuvat teknisistä järjestelmistä ja käyttöhenkilöstön varallaolojärjestelyistä. Käyttöhenkilöstön PTA 1 §:n 2 momentin mukainen perehtyneisyys saadaan varmistettua tarvittavalla opastuksella ja koulutuksella. Padon käyttöhenkilöstön on osattava tulkita valvontatietoja oikein, tunnettava padon olosuhteet, käytön toimintatavat, turvajärjestelmät ja riskitekijät sekä tunnettava toimintatavat häiriötilanteissa myös kaukokäytössä olevilla padoilla.

Kaukokäyttöjärjestelmän toimivuus ja veden pinnankorkeuden seuranta tulee varmistaa ja varautua mahdollisiin häiriöihin. PTA 4 §:n mukaisen varanostojärjestelmän käyttämiseen tai varanostosuunnitelman toteuttamiseen on varauduttava pelivara-ajan kuluessa (kohta 3.1.3 ja liite 13).

Järjestelyjä vesistöpadon juoksutuksista padon ylä- ja alapuolella oleskeleville aiheutuvan vaaran torjumiseksi voivat olla esimerkiksi:

- varoitustaulujen asentaminen
- alueelle pääsyn estäminen aitaamalla tai puomein
- varmistuminen tarkastuksella tai kameravalvonnan avulla siitä, ettei alueella ole henkilöitä juoksutusten alkaessa
- äänimerkillä varoittaminen
- juoksutuksen aloittaminen aluksi pienellä vesimäärällä ja virtaaman lisääminen tulvaluukuista vaiheittain
- varoittaminen esimerkiksi paikallisradiossa poikkeuksellisten juoksutusten seurauksena tapahtuvista muutoksista jääolosuhteissa voimalaitoksen lähialueella.

Koska myös kanavien juoksutusten yhteydessä on vastaava riski, olisi kanavien juoksutuksissa suositeltavaa noudattaa samoja käytäntöjä.

Tarpeen mukaan tehtäviä järjestelyjä vahingonteosta tai ilkeivallasta aiheutuvan vaaran torjumiseksi voivat olla esimerkiksi:

- varoitustaulujen asentaminen
- käyttölaitteiden lukitseminen
- padon vartiointi
- alueen sulkeminen.

PTA 9 §:n mukaan padon omistajan on laadittava, pidettävä ajan tasalla ja toimitettava patoturvallisuusviranomaiselle kuvaus turvajärjestelyistä, jos ne eivät käy ilmi muista viranomaiselle toimitetuista asiakirjoista. Liitteissä 8 ja 8a (jätepadot) on esitetty kuvauksesta lomakepohjat, joita voi tarvittaessa muuttaa ko. padolle paremmin sopivaksi.

Rikastushiekalla korotettujen patojen käytössä tulee huolehtia, että allasta täytetään suunnitelmallisesti. Rikastushiekan muodostama rantavyöhyke (engl. beach) on aina riittävän pitkä eikä vapaa vesi pääse kosketuksiin rikastushiekka- tai louhekorotuksen kanssa.

6.3 Tarkkailu ja tarkastukset

6.3.1 Yleistä

Padon tarkkailulla tarkoitetaan vuosi- ja määräaikaistarkastusten välillä tapahtuvaa padon kunnan ja toimivuuden tarkkailua silmämääräisesti tai mittalaitteiden avulla. Padon tarkkailusta ja tarkastuksista vastaavalla on oltava riittävä asiantuntemus patoturvallisuusasioissa (PTL 6 §).

Padolla suoritettava tarkkailu sekä vuosi- ja määräaikaistarkastuksiin kuuluvat toimenpiteet on määritelty PTL 17–19 §:ssä. Tarkemmin patokohtaiset toimenpiteet määritellään kunkin padon tarkkailuohjelmassa. Tarkkailuohjelman laatimista ja sisältöä on selostettu tarkemmin kohdassa 4.3.

6.3.2 Tarkkailu



PTL 17 § Tarkkailu

Padon omistajan tulee järjestää luokitellun padon kunnan ja toimivuuden tarkkailu tarkkailuohjelman mukaisesti.

Tarkkailua suorittavat henkilöt perehdytetään ja koulutetaan tehtäviinsä niin, että he tuntevat patojen erilaiset vaurio- ja vahingomahdollisuudet sekä niiden alkavat ilmenemistavat. Mittausten tekijälle selvitetään normaalitytulosten raja-arvot, joiden ylityksestä tai alituksesta havaittujen on heti ilmoitettava padosta vastuulliselle. Heille on myös selvítettävä mihin toimenpiteisiin tulee ryhtyä, jos padon turvallisuutta vaarantavia seikkoja havaitaan. Padon omistaja kouluttaa käyttö- ja huoltohenkilöstönsä tarkkailemaan patoalueilla ja patoihin liittyvissä rakenteissa ilmeneviä muutoksia sekä selvittää heille, kenelle niistä tulee havaitaessa ilmoittaa. Padon omistajan patoturvallisuudesta vastaava henkilö ratkaisee, ovatko todetut muutokset patoturvallisuuden kannalta merkittäviä ja mihin toimenpiteisiin tulee ryhtyä. Tarkkailusta ja havainnoista pidetään havaintopäiväkirjaa.

Tulvien, rankkasateiden, kovien tuulien ja muiden vastaavien erityisten rasitusten aikana tai jälkeen tehdään lisäksi tarpeen mukaan ylimääräisiä tarkastuskäyntejä padoille. Poikkeukselliset olosuhteet määritellään patokohtaisesti padon tarkkailuohjelmassa, jossa kuvataan myös poikkeuksellisiin olosuhteisiin liittyvät toimenpiteet.

Vesistöpatojen vedenalaisten rakenteiden kunnan tarkkailusta tulee huolehtia riittävästi. Betonipatoihin liittyvät vedenalaiset rakenteet tulee tarkastaa määräajoin esimerkiksi sukellustarkastuksella. Myös maapatojen vedenalaisia rakenteita on suositeltavaa tarkkailla vedenpinnan ollessa alhaalla. Sukellustarkastuksia ei maapadoilla ole tavanomaisesti suoritettu, mutta joissakin tapauksissa ne voivat olla hyödyllisiä. Esimerkiksi alakana-

van lähellä olevilla pato-osuuksilla saatetaan havaita vajoamia altaan pohjalla, mikäli kallio on rikkonaista. Tämä voisi olla merkinä padon turvallisuuden vaarantumisesta ja korjaustarpeesta.

Mikäli jäte- ja kaivospadot liittyvät ympäristöluvanvaraiseen toimintaan, niitä tarkkaillaan ympäristöluvassa annetun tarkkailuvelvoitteen mukaisesti. Tarkkailutuloksista on raportointivelvollisuus ympäristöluvassa annettua tarkkailuvelvoitetta noudattaen. Patoturvallisuuden edellyttämä tarkkailu tulee suorittaa tapauskohtaisesti harkiten siten, että padon omistajalle ei aiheudu päällekkäistä tarkkailua mutta toisaalta sekä ympäristöluvassa annettua patoturvallisuuslain edellyttämät tarkkailuvelvoitteet tulevat täytettyä.

Lisäksi jäte- ja kaivospadoilla tulee tarkkailla altaiden täyttö- ja poistorakenteiden kuntoa sekä altaan täyttämistä täyttösuunnitelman mukaisesti. Mikäli jäte- ja kaivospadot liittyvät ympäristöluvassa annettua tarkkailuvelvoitetta noudattaen, niistä aiheutuvia ympäristökuormituksia tarkkaillaan ympäristöluvassa annetun tarkkailuvelvoitteen mukaisesti. Ympäristötarkkailutuloksista on raportointivelvollisuus ympäristöviranomaiselle. Mikäli ympäristötarkkailuohjelma sisältää myös patoturvallisuuden edellyttämän tarkkailun, ei padolle tarvitse laatia erillistä patojen tarkkailuohjelmaa.

6.3.3 Vuositarkastus



PTL 18 § Vuositarkastus

Padon omistajan on tarkastettava 1- ja 2-luokan padon kunto ja turvallisuus vähintään kerran vuodessa. Padon omistajan on annettava 1-luokan padon tarkastuksesta laadittu kirjallinen raportti tiedoksi patoturvallisuusviranomaiselle.

Padon vuositarkastus tulee tehdä sulana vuodenaikana. Suositeltavaa on suorittaa vuositarkastus heti roudan sulamisen jälkeen. Vuositarkastuksen yhteydessä käydään läpi vuoden aikana tehtyjen mittauksien tulokset ja muut havainnot, tarkistetaan mittauslaitteiden kunto ja tutkitaan korjauksia vaativat kohdat padosta ja siihen liittyvistä laitteista.

Vuositarkastuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota tulva-aukkojen, tulvakynnysten ja voimalaitosten juoksulaitteiden kuntoon sekä toiminnan ja hälytysten tarkistamiseen. Laitteiden toiminta on tarkistettava koekäytöllä. Erityisesti tulvavuosina käydään läpi tehdyt tulvantorjuntatoimenpiteet, jotta myös poikkeuksellisia tulvavuosina käyttöhenkilökunnalla olisi oikeat toimintaohjeet ko. tilanteen varalle. Samoin jääilmiöistä syntyneen tiedon pohjalta arvioidaan niiden vaikutukset juoksulaitteisiin ja muut mahdolliset riskitekijät. Lisäksi käydään läpi poikkeuksellisten säiden ja tilanteiden (esim. HW:n ylitys) takia tehdyt tarkistustoimenpiteet.

Altaiden täyttö- ja tyhjennyskanavat ja niihin liittyvät rakenteet tulisi tarkastaa keväällä tulvan jälkeen. Vastaavasti kerran vuodessa tarkastetaan jätepatoihin liittyvät rakenteet ja laitteet kuten nestemäisten aineiden sisääntulo- ja uloslaskujärjestelmät.

Padon vuositarkastuksen yhteydessä tarkistetaan ja päivitetään myös padon turvallisuussuunnitelman henkilö- ja yhteystiedot. Myös muita tietoja päivitetään, jos niillä on oleellista merkitystä turvallisuussuunnitelman kannalta. Jäte- ja kaivospadoilla tarkistetaan ja tarvittaessa täydennetään patojaksoja koskevat tiedot varsinkin padoilla, joita korotetaan säännöllisesti. Vuositarkastuksen yhteydessä tarkastetaan erityisesti patovaurion havaitsemiseen ja väestön varoittamiseen liittyvien laitteiden ja hälytysyhteyksien toiminta.

Vuositarkastuksista ja koekäytöistä laaditaan raportti, joka säilytetään padon omistajan turvallisuuskansiossa ja 1-luokan padon osalta lähetetään tiedoksi patoturvallisuusviranomaiselle. Patoturvallisuusviranomaisen tallentaa sen patoturvallisuusvalvonnan tietojärjestelmään ja säilyttää tulosten viranomaisen turvallisuuskansiossa.

Mikäli määräaikaistarkastuksessa tehdään vuositarkastukseen kuuluvia toimenpiteitä, ei niitä tarvitse tehdä erillisessä saman vuoden vuositarkastuksessa. Oleellista on, että kaikki vuositarkastukseen kuuluvat toimenpi-

teet tulevat tehdyiksi myös määräaikaistarkastusvuonna ja ne kirjataan siten, että niistä löytyvät tiedot jälkikäteen.

6.3.4 Määräaikaistarkastus



PTL 19 § Määräaikaistarkastus

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

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

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

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

Määräaikaistarkastuksen järjestää padon omistaja ja siinä tulee olla joko padon omistajan oma tai padon omistajan hankkima ulkopuolinen asiantuntija (PTL 6 §). Patoturvallisuusviranomaisella ja pelastusviranomaisella on oikeus osallistua tarkastukseen. Käytännöksi on muodostunut, että patoturvallisuusviranomaisen osallistuu aina tarkastukseen ja pelastusviranomaisen silloin, kun katsoo sen tarpeelliseksi. Jäte- ja kaivospatojen tarkastuksiin kutsutaan ympäristönsuojelulakia valvovan ELY-keskuksen edustaja.

Ensimmäisen määräaikaistarkastuksen ajankohta lasketaan käyttöönosta. Padon määräaikaistarkastus tulee suorittaa sulana vuodenaikana.

Kaikki saman padotusalueen patorakenteet tarkastetaan samalla tarkastuskerralla siitä huolimatta, onko patorakenteilla eri omistaja (esim. maapato ja voimalaitospato).

Määräaikaistarkastusta varten laaditaan asialista sekä dokumentit (esim. vuositarkastusten raportit ja mittaustulokset), jotka toimitetaan etukäteen tarkastukseen osallistuville. Patoturvallisuusviranomaiselle on PTL 19 §:n 2 momentin mukaan hyvissä ajoin ennen tarkastusta esitettävä yhteenveto tarkkailutiedoista edellisten viiden vuoden ajalta sekä PTL 6 §:n mukaiset pätevyysvaatimukset täyttävän asiantuntijan alustava arvio padon kunnosta.

Määräaikaistarkastuksessa käsitellään ainakin seuraavat asiat, jotka esitetään määräaikaistarkastuksen raportissa:

- Käydään läpi edellisen määräaikaistarkastuksen raportti ja siinä edellytetyt toimenpiteet.
- Käydään läpi edellisen määräaikaistarkastusten jälkeen tehdyt vuositarkastusraportit sekä mahdollisten tarkkailu- ja mittaustulosten yhteenveto (graafisessa muodossa). Määräaikaistarkastusraporttiin liitetään tulosten analyysi ja yhteenveto.
- Todetaan edellisen määräaikaistarkastuksen jälkeen tehdyt korjaustyöt ja niiden syyt.
- Suoritetaan padon rakenteiden tarkastus (maastotarkastus), jolloin todetaan mm. patoturvallisuuden kannalta tärkeiden laitteiden toimintakunto mukaan lukien luukut ja niiden varanostojärjestelmä. Tarkastetaan puusto ja muu kasvillisuus patoturvallisuuden kannalta sekä tarkastetaan, onko padolla sen rakenteeseen kuulumattomia aineita tai esineitä (rakennelmia), jotka aiheuttavat vaaraa padon rakenteelle tai haittaa padon kunnossapidolle tai tarkkailulle. Tarkastetaan onko padolle toimivat kulkuyhteydet ja onko 1- tai 2-luokan maapadon harja liikennöintikelpoinen. Tarkastetaan padon turvajärjestelyt.
- Tarkistetaan padon luokittelu maastotarkastuksen perusteella. Selvitetään, onko tapahtunut olosuhteissa tai jäte- ja kaivospatojen osalta padotettavan aineen laadussa luokitukseen vaikuttavia muutoksia. Luokituksen tarkistamiseksi voi tulla kysymykseen vahingonvaaraselvityksen tekeminen tai jo tehdyn vahingonvaaraselvityksen päivittäminen.



- Tarkistetaan vahingonvaaraselvityksen ajan tasalla olo turvallisuussuunnitelman ja mahdollisen pelastustoimen suunnitelman kannalta.
- Tarkistetaan 1-luokan padolle laadittu turvallisuussuunnitelma ja arvioidaan suunnitelmassa esitettyjen järjestelyjen toimivuus. Turvallisuussuunnitelman tarkistamisen ja päivittämisen ohella tarkistetaan patovaurion havaitsemiseen, väestön varoittamiseen sekä eri toimintaorganisaatioiden ja henkilöiden hälyttämiseen liittyvien laitteiden ja tietoliikenneyhteyksien toiminta. Tarkistukseen on sisällyttävä laitteistojen toiminnan testaus.
- Tarkistetaan padon hydrologisen mitoituksen ajantasaisuus ja käydään läpi mahdolliset muutokset vesiolosuhteissa sekä todetaan mahdolliset muutostarpeet. Patoturvallisuusviranomaisen varmistaa, että padon omistajalla on riittävät tiedot padon turvallisuuteen vaikuttavista sää- ja vesiolojen muutoksista ja että ne on riittävästi otettu huomioon patoturvallisuusasiakirjoissa. Tarkistetaan padon juoksutuskapasiteetti ja sen riittävyys (käytetyt laskentamenetelmät, purkautumiskertoimet). Jäte- ja kaivospatojen osalta tarkistetaan altaiden vesitase.
- Tarkistetaan tarkkailuohjelma ja todetaan mahdolliset muutostarpeet.
- Tarkistetaan patoturvallisuusvalvonnan tietojärjestelmän ja patoturvallisuuskansion ajantasaisuus muiltakin kuin edellä esitetyiltä osin ja todetaan mahdolliset muutostarpeet.
- Käydään läpi asiantuntijan esittämä alustava arvio padon kunnosta ja turvallisuudesta sekä pohditaan tarvittavia jatkotoimenpiteitä tai tutkimuksia.

Määräaikaistarkastuksesta laaditussa raportissa esitetään arvio padon kunnosta ja turvallisuudesta. Raportti toimitetaan 1- ja 2-luokan patojen osalta patoturvallisuusviranomaiselle. Raportti viedään tietojärjestelmään ja säilytetään padon turvallisuuskansiossa. Raporttia voidaan havainnollistaa esim. piirroksin, valokuvin ja videokuvauksella. Raportista tulee ilmetä kaikki todetut asiakirjojen päivitys- ja muutostarpeet sekä patoa koskevat toimenpiteet ja niiden aikataulut.

Mikäli määräaikaistarkastuksessa ei voida riittävästi varmistua siitä, että pato täyttää sille asetetut turvallisuusvaatimukset, patoturvallisuusviranomaisen voi edellyttää perusteellista selvitystä padon tai sen osan kunnosta (kuntoarvio). Tällainen tilanne on esimerkiksi silloin, jos määräaikaistarkastuksessa padon kunnosta esitetty asiantuntija-arvio sisältää epävarmuuksia tai muuten on syytä epäillä rakenteellisia häiriöitä. Kuntoarvio voi sisältää lisätutkimuksia ja laskelmia, joiden perusteella varmistutaan padon joko täyttävän patoturvallisuusvaatimukset tai todetaan kunnostustarve. Kuntoarvio voi koskea tapauskohtaisesti koko patoa, osaa padosta tai vain määrättyä padon kohtaa.

Maapatojen toimivuuden ja kunnan mahdollinen huononeminen ikääntymisen seurauksena saattaa tapahtua vähitellen vuosikymmenten aikana eikä turvallisuuteen vaikuttavien muutosten huomaaminen ole aina helppoa. Pelkkä padon ikä ei kuitenkaan automaattisesti ole suora syy kuntoarvion tekemiseen. Joissakin tapauksissa pato on voitu rakentaa alun perinkin sellaiseksi, että nykytietämyksen valossa on syytä epäillä sen turvallisuutta.

Kuntoarvio voidaan tarvita, mikäli maapadolla havaitaan esimerkiksi seuraavanlaisia turvallisuusriskejä:

- Tiivistysosassa tai sitä suojaavissa suodatinrakenteissa on syytä epäillä sisäistä eroosiota.
- Kuivatusjärjestelmän toimivuudessa on havaittu puutteita tai hälyttäviä muutoksia kuten suotovesimäärien lisääntymistä/vähentymistä tai suotovesien samentumista.
- Padon harjassa, luiskissa tai taustassa on havaittu esimerkiksi painumia ja siirtymiä tai padon taustassa lähteilyä.
- Padon liittymäkohdissa muihin rakenteisiin (kuten säännöstelypatoon, voimalaitokseen tai padon läpi kulkeviin putkiin) epäillään tapahtuvan eroosiota.

Betonipadoilla voi myös ilmetä tarvetta kuntoarvioon, jos esimerkiksi:

- Rakenteet ovat rappeutuneet aikaa myöten siten, että korjaustoimenpiteitä joudutaan harkitsemaan.
- Padon kallio- tai maapohjan kautta tulevat suotovesimäärät ovat lisääntyneet ja/tai samentumista on havait-

tu ja asia joudutaan selvittämään mahdollisten korjaustoimenpiteiden toteuttamiseksi. Kuntoarvion tekeminen vaatii asiantuntemusta kyseessä olevista patotyypeistä ja niihin liittyvistä rakenteista ja vaadittavan asiantuntemuksen tasoa voidaan verrata vastaavan uuden rakenteen suunnittelijan pätevyysvaatimuksiin.

6.3.5 Häiriötilanteet



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

Hätäilmoituksen tekemisestä hätäkeskukselle säädetään pelastuslain 28 §:ssä. [uusi pelastuslaki 379/2011: 3 §]. Padon omistajan on ilmoitettava tehdystä hätäilmoituksesta välittömästi patoturvallisuusviranomaiselle.

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

Turvallisuuden kannalta poikkeuksellisia tilanteita ovat rakenteelliset tai toiminnalliset häiriötilanteet, joilla on merkitystä patoturvallisuuden kannalta. Häiriötilanteista on välittömästi ilmoitettava patoturvallisuusviranomaiselle puhelimitse tai sähköpostilla. Häiriötilanteista tulee laatia myös häiriötilanneilmoitus, joka voidaan toimittaa tarpeen mukaan jälkikäteen, mikäli tilanne on kuitenkin ilmoitettu viranomaiselle. Häiriötilanneilmoituksessa patoturvallisuusviranomaiselle tulee kuvata, mitä padolla on tapahtunut, mihin toimenpiteisiin on ryhdytty ja mikä on tilanne ilmoitushetkellä. Jätepatojen häiriötilanteista tulisi ilmoittaa samalla myös ympäristöviranomaiselle, varsinkin jos häiriötilanteesta mahdollisesti aiheutuu vahinkoa ympäristölle.

Normaaliin rakenteiden kunnossapitoon kuuluvista toimenpiteistä ei erikseen tarvitse ilmoittaa. Rakenteiden kunnossapitoon liittyvät toimet käydään läpi määräaikaistarkastuksissa.

Häiriötilanteita ovat esimerkiksi:

- ylavedenpinnan nousu huomattavasti normaalin HW-tason yläpuolelle, minkä syynä voi olla juoksutusrakenteiden vika, poikkeuksellinen tulva, jää- tai hyydepato tai rannikolla myrskyn aiheuttama meritulva
- luukkujen tai niitä ohjaavan automatiikan käyttöhäiriö tai sähkökatkos padolla
- patorakenteen vaurioituminen, mikä johtaa pikakorjaukseen tai tarkentaviin tutkimuksiin
- ulkoinen eroosio, sisäinen eroosio, äkilliset muutokset suotovesien määrässä tai laadussa (väri, sameus)
- kuivatusjärjestelmän tukkeutuminen tai routavaurio
- tulipalo tai ilkivalta padolla.
- jätepadolla jätteen pumppausputken vaurio, josta voi aiheutua vaaraa padolle.

Patoturvallisuusviranomaisen kerää tiedot häiriötilanteista patoturvallisuuden tietojärjestelmään. Kerättyä häiriötilannemateriaalia hyödynnetään tietolähteenä arvioitaessa tulevien häiriötilanteiden mahdollisuuksia.

6.4 Padon käytön lakkaaminen



PTL 23 § *Padon käytön lakkaaminen*

Pato merkitään käytöstä poistetuksi patoturvallisuusviranomaisen tietojärjestelmään, kun tarkastuksessa on todettu patorakenteen puretuksi tai padon käytön lakkaamisen siten, että padosta ei enää voi aiheutua tässä laissa tarkoitettua vahingonvaaraa. Tarkastus tehdään patoturvallisuusviranomaisen läsnä ollessa sen jälkeen, kun muiden lakien mukaiset patorakenteen purkamiseen tai padon käytön lakkaamiseen liittyvät velvoitteet on täytetty. Tämän lain mukaiset velvoitteet lakkaavat olemasta voimassa, kun pato on merkitty käytöstä poistetuksi.

PTL 23 §:ssä säädetään padon käytön lakkaamisesta patoturvallisuuslain näkökulmasta eli siitä milloin pato voidaan merkitä patoturvallisuuden tietojärjestelmässä käytöstä poistetuksi. Padon merkitseminen tietojärjestelmään käytöstä poistetuksi on mahdollista sen jälkeen, kun tarkastuksessa on todettu patorakenne puretuksi tai padon käyttö on lakannut siten, että padosta ei voi enää aiheutua PTL:n tarkoittamaa vahingonvaaraa eikä kyseessä ole enää PTL 4 §:n määritelmän mukainen pato. Tarkastus suoritetaan padon omistajan aloitteesta ja patoturvallisuusviranomaisen läsnä ollessa.

Ennen tarkastusta on varmistettava, että mahdolliset muiden lakien (vesilain, ympäristönsuojelulain ja kairoslain) mukaiset velvoitteet on täytetty. Padon rakentamista koskevassa luvassa tai sen perusteena olevassa lainsäädännössä on yleensä määräyksiä padon lakkaamiseen ja patorakenteiden purkamiseen liittyvistä padon omistajan velvoitteista. Näiden velvoitteiden suorittamisesta ja padon käytöstä poistamisesta aikataulun mukaisesti on oltava yhteydessä myös patoturvallisuusviranomaiseen. Patoturvallisuuslain mukaiset velvoitteet lakkaavat olemasta voimassa, kun pato on merkitty tietojärjestelmään käytöstä poistetuksi.

KIRJALLISUUS

Broch, E., Lysne, D.K., Flatabo, N., & Helland-Hansen, E. (Editors). 1997. Hydropower '97. Balkema. Rotterdam. 3rd International Conference on Hydropower. ISBN 90 5410 888 6.

Defra (Department for Environment, Food & Rural Affairs). 2002. Reservoir safety - Floods and reservoir safety integration. Final Report. London.

Flödeskommittén. 1990. Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar, Slutrapport från Flödeskommittén. Statens Vattenfallsverk. Svenska Kraftverksföreningen. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut.

Froehlich, D.C. 1995. Embankment Dam Breach Parameters Revisited. Journal of Water Resources Planning and Management. 121(1). 90-97.

Graham, W. 1999. A Procedure for Estimating Loss of Life Caused by Dam Failure. DSO-99-06. U.S. Department of Interior. Bureau of Reclamation. Dam Safety Office, Denver, Colorado.

Hartford, D.N.D. & Baecher, G.B. 2004. Risk and uncertainty in dam safety. CEA Technologies Dam Safety Interest Group. Thomas Telford. ISBN 0 7277 3270 6.

Heino, R. & Hellsten, E. 1983. Tilastoja Suomen ilmastosta 1961–1980. Suomen meteorologinen vuosikirja. Ilmatieteen laitos. Helsinki.

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

ICOLD. 2005. Risk Assessment in Dam Safety Management. A Reconnaissance of Benefits, Methods and Current Applications. Bulletin 130.

Karvonen, T., Hepojoki, A., Kotola, J. & Huhta, H. 2000. The Use of Physical models in dam-break flood analysis. Development of Rescue Actions Based on Dam-Break Flood Analysis (RESCDAM). Final Report. Suomen ympäristökeskus, 2001.

Kjaernsli, B., Valstad, T. & Höeg, K. 1992. Rockfill Dams, Design and Construction. Norwegian Institute of Technology. Division of Hydraulic Engineering. Hydropower Development volume 10.

Kreuzer, H. 2000. The use of risk analysis to support dam safety decisions and management. Twentieth Congress on Large Dams. Peking. Q76 - General Report. p. 769–834.

Kuusiniemi, R. 1995. Maapadon harjan routiminen ja routasuojauksen mitoitus. Lisensiaatintyö. Teknillinen korkeakoulu, Espoo.

Laasonen, J. 2009. Riskianalyysin käyttö patoturvallisuuden hoitamisessa. Konsulttityö. Fortum Power & Heat Oy / Service, Helsinki.

Liikennevirasto. 2010. Eurokoodin sovellusohje. Betonirakenteiden suunnittelu – NCCI 2. Liikenneviraston ohjeita 31/2017. Helsinki.

Liikennevirasto. 2011. Eurokoodin soveltamisohje. Geotekninen suunnittelu – NCCI 7. Liikenneviraston ohjeita 13/2017. Helsinki.

Liikennevirasto. 2011. Eurokoodin soveltamisohje. Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1. Liikenneviraston ohjeita 24/2017. Helsinki.

Liikennevirasto. 2012. Sillan geotekninen suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 11/2012. Helsinki.

Liikennevirasto. 2012. Eurokoodin soveltamisohje. Teräs- ja liittorakenteiden suunnittelu – NCCI 4. Liikenneviraston ohjeita 27/2016. Helsinki.

Reiter, P. 2001. Loss of Life Caused By Dam Failure, The RESCDAM LOL Method and Its Application to Kyrkösjärvi Dam in Seinäjoki. Development of Rescue Actions Based on Dam-Break Flood Analysis (RESCDAM). Final Report. Suomen ympäristökeskus, 2001.

Rettemeier, K., Falkenhagen, B. & Köngeter, J. 2000. Risk assessment - new trends in Germany. Twentieth Congress on Large Dams. Peking. Q76–R41. p. 625–641.

Saarinen, M. 2010. Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutus maapatoihin. Diplomityö. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, Espoo. www.ymparisto.fi/patoturvallisuus > julkaisuja.

Slunga, E. 2001. Concept and Bases of Risk Analysis for Dams – With an Example Application on Kyrkösjärvi Dam. Development of Rescue Actions Based on Dam-Break Flood Analysis (RESCDAM). Final Report. Suomen ympäristökeskus, 2001.

Slunga, E. 2005. Maapadon riskianalyysi kunnostustarpeen tarkastelussa ja padon normaali heikkeneminen. Maapadot kurssimateriaalissa. Patoturvallisuuden täydennyskoulutusohjelma 2004–2005 (PATU). Saatavissa: CD:llä, Hämeen ELY-keskus.

Solantie, R. & Uusitalo, K., 2000. Patoturvallisuuden mitoitussadannat. Suomen suurimpien 1, 5 ja 14 vrk:n piste- ja aluesadantojen analysointi vuodet 1959–1998 kattavasta aineistosta. Ilmatieteen laitoksen raportteja 2000:3. Helsinki.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2013. Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet. RIL 261-2013. Helsinki.

Suomen ympäristökeskus. 2001. Development of Rescue Actions Based on Dam-Break Flood Analysis (RESCDAM). Final Report. Saatavissa: CD:llä, Hämeen ELY-keskus ja Internetistä osoitteesta www.ymparisto.fi/patoturvallisuus > julkaisuja > Rescdam.

Thukral, M.G. 2001. Risk Assessment and Dam Safety. ICOLD 69th Annual Meeting in Dresden. Proceedings. Workshop: Modern Techniques for Dams-financing. Construction. Operation. Risk Assessment. VOL II. p. 457-462.

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

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. New York.

Veijalainen, N. & Vehviläinen, B. 2008. Ilmastonmuutos ja patoturvallisuus – vaikutus mitoitustulviin. Suomen ympäristö 21/2008. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Åmdal, T. & D.Riise. 2000. Possibility of failure for Venemo dam, Norway. An analysis with focus on the reliability of the flood diversion works. Twentieth Congress on Large Dams. Peking. Q76–R38, p. 569–585.

LIITTEET

Liite 1 Patoturvallisuuskansion kansilehti

pvm _____

TURVALLISUUSKANSIO

Padon nimi _____

Padon sijaintikunta ja – paikka _____
Padotun vesistöalueen numero ja nimi _____

Padon luokka _____ -luokan pato

Käyttötarkoitus _____
Käyttöönottoaika _____

Omistaja _____
Osoite ja puhelin _____

Päiväys, padon omistajan allekirjoitus
ja nimen selvennys _____

Liite 2 Padon omistajan ja viranomaisen yhteystiedot

pvm _____

PADON TIEDOT

Padon nimi
Padon osoite ja koordinaatit
Padon omistaja
Osoite ja puhelin

PADON OMISTAJAN TURVALLISUUSTARKKAILUSTA, KÄYTÖSTÄ JA KUNNOSSAPIDOSTA VASTAAVAT HENKILÖT

1. Nimi ja tehtäväkuvaus	Puhelin, sähköposti	Osoite
2. Nimi ja tehtäväkuvaus	Puhelin, sähköposti	Osoite
3. Nimi ja tehtäväkuvaus	Puhelin, sähköposti	Osoite
LISÄTIEDOT (varallaolo ym.)		

PATOTURVALLISUUSVIRANOMAISEN YHTEYSTIEDOT

ELY-keskus		
Osoite		Puhelin
1. Vastuuvalvoja	Puhelin, sähköposti	Osoite
2. Vastuuvalvojan sijainen	Puhelin, sähköposti	Osoite

PELASTUSVIRANOMAISEN YHTEYSTIEDOT

3. Pelastusviranomainen	Puhelin, sähköposti	Osoite
-------------------------	---------------------	--------

JÄTE- JA KAIVOSPADOT: YMPÄRISTÖNSUOJELULAIN MUKAINEN VALVOJA

4. YSL:n mukainen valvoja	Puhelin, sähköposti	Osoite
---------------------------	---------------------	--------

Liite 3 Toteuma-asiakirjaluettelo

pvm _____

Padon nimi		ELY-keskus				
Hanke		Kunta				
Asiakirjojen säilytyspaikka ja ylläpitäjä						
Sisältö	Mittakaava	Piirustus nro	Päiväys	Suunnittelija	Huomautuksia	

Hankkeen rakenteita koskevat toteutum tiedot voi koota tarpeen mukaan yhdeksi tai useammaksi kansiksi. Niihin sisältyvät rakenteita koskevat suunnitelma-asiakirjat, joihin työn aikaiset muutokset on merkitty tai nämä asiakirjat muuttamattomina, mutta täydennettyinä selostuksella ja piirustuksilla muutoksista. Lisäksi tarvitaan yhteenvedo työnvalvontatiedoista sekä katselmu- ja vastaanotto-pöytäkirjoista.

Liite 4a Padot ja erilaiset patojaksot

pvm _____

PADON NIMI _____ (käsitäten kaikki saman padotuksen padot)

PADOT JA ERILAISET PATOJAKSOT Korkeusjärjestelmä: _____

Patojakson nimi	Jaksion paaluväli (tai pituus, mikäli paaluväliä ei ole määritetty) [m]	Patojaksion materiaali ja tyyppi (esim. homogeeninen maapato, vyöhykepato, betonipato)	Harjan leveys [m]	Suurin korkeus [m]	Harjan alin korkeustaso [m]	Tiiviin osan alin ylätaso [m]	Pienin kuivavara [m]	Luiskan kaltevuudet		Muutos-/korjausvuosi	Huomautuksia
								märkä	kuiva		

Padon suurimmalla korkeudella tarkoitetaan padotun aineen ylimmän pinnan ja padon ulkopuolisen maanpinnan välistä korkeuseroa.

Liite 4b Aukot ja kynnykset

pvm _____

PADON NIMI _____ (käsitäten kaikki saman padotuksen padot)

AUKOT JA KYNNYKSET (em. patojaksoihin sisältyvät tai erilliset) Korkeusjärjestelmä: _____

Käyttötarkoituksen mukainen tyyppi (esim. turbini, juoksutusaukko, kiinteä ylisyoxykynnys, uittoaukko)	Paikka padossa (patojakso ja paaluväli) [m]-[m]	Kynnyksen pituus [m]	Maksimi purkaus-kyky [m ³ /s]		Kynnyksen taso / pohja-aukon yläreunan taso	Purkuputken	Sulkulaitteiden										
			HW-tasolla	Hätä-HW-tasolla			Ala [m]	Ylä [m]	Halkaisija [m]	Vesijuoksun korkeustaso [m]	Tyyppi	Käyttövoima	Ohjaustapa	Jään poistotapa	Kiinteä varanostojärjestelmä		

Liite 5 Padotusalueen päämitat

pvm _____

PADOTUSALUEEN PÄÄMITAT

PADON NIMI _____

PADOTUSALUEEN	KORKEUSTASO	PINTA-ALA	TILAVUUS
teknillinen	NW _____ m	_____ km ²	_____ milj.m ³
	NW _____ m	_____ km ²	_____ milj.m ³
	HW _____ m	_____ km ²	_____ milj.m ³
	hätä-HW _____ m	_____ km ²	_____ milj.m ³

korkeusjärjestelmä: _____

- teknillinen NW = teknillinen alivesi on alin rakenteellisesti mahdollinen vedenkorkeus
- NW = lupapäätöksen mukainen alin sallittu padon yläpuolinen vedenkorkeus, tai ellei tätä ole määrätty, suunniteltu alin vedenkorkeus padon käyttöaikana
- HW = lupapäätöksen mukainen ylin sallittu padon yläpuolinen vedenkorkeus, tai ellei tätä ole määrätty, suunniteltu ylin vedenkorkeus padon käyttöaikana
- hätä-HW = hätäylivesi on ylivedenkorkeus, jonka ylittäminen voi aiheuttaa muutoksia patorakenteissa

PADOTUSALUEEN

varastokapasiteetti
(tilavuus HW–NW): _____ milj. m³

hätävarastokapasiteetti
(tilavuus hätä-HW–HW): _____ milj. m³

Selosta, mihin esitetty HW perustuu

Selosta, miten hätä-HW on määritetty

Liite 6a Hydrologiset mitoitusarvot

HYDROLOGISET MITOITUSARVOT

pvm _____

Padon nimi _____

0. KORKEUSJÄRJESTELMÄ _____

1. PADON KOKO YLÄPUOLINEN VALUMA-ALUE:

(sisältää myös patoaltaan oman lähivaluma-alueen)

1.1 pinta-ala _____ km²

1.2 järvisyys _____ %

1.3 keskiylivirtaama _____ m³/s

2. PATOALTAAN OMA LÄHIVALUMA-ALUE:

2.1 pinta-ala, sisältää myös altaan pinta-alan _____ km²

2.2 järvisyys _____ %

2.3 keskiylivirtaama _____ m³/s

3. MITOITUSTULVAN SUURUUS PADON LUONA:

3A. Koko
valuma-alueelta

3A.1 toistumisaika _____ vuotta

3A.2 tuloylivirtaama _____ m³/s

3A.3 mitoitusylivesi _____ m

3A.4 menoylivirtaama _____ m³/s

3B. Mahdolliset ohijuoksutukset
vähennettynä (katso kohta 4)

3B.2 _____ m³/s

3B.3 _____ m

3B.4 _____ m³/s

4. YLÄPUOLISEN VALUMA-ALUEEN VESIEN OHIJUOKSUTUSMAHDOLLISUUDET UOMITTAIN MITOITUSTULVATILANTEESSA:

4.1 nimi _____

4.2 valuma-alueen pinta-ala _____ km²

4.3 valuma-alueen järvisyys _____ %

4.4 tuloylivirtaama _____ m³/s

4.5 mitoitusylivesi _____ m

4.6 ohijuoksutusmahdollisuus _____ m³/s

4.7 ohijuoksutukset yhteensä _____ m³/s

5. JUOKSUTUSMAHDOLLISUUDET PADOLLA:

5.1 lupapäätös

5.1.1 lupapäätöksen mukainen suurin sallittu juoksutus _____ m³/s

5.1.2 muita lupapäätöksen määräyksiä (tarvittaessa)

5.2 padon aukkojen ja kynnysten purkauskyyky (ilman voimalaitoksen koneistovirtaamia)

5.2.1 mitoitusylivedellä _____ m³/s

5.2.2 ylivedenkorkeudella (HW) _____ m³/s

5.2.3 hätäylivedenkorkeudella (hätä-HW) _____ m³/s

5.3 altaan vesipinnan lyhin alennusaika (esim. 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m, ... jne. vuorokaudessa), kun vesipintaa lasketaan lupaehtojen mukaisesta normaalitilanteen ylivedestä ja tulovirtaama vastaa keskiylivirtaamaa _____ m³/s

5.3.1 ___ m _____ vrk

5.3.2 ___ m _____ vrk

5.3.3 ___ m _____ vrk

6. TOIMINTA HÄIRIÖ- TAI VAURIOTILANTEISSA:

6.1 pelivara-aika _____ tuntia vesipinnan tasolta _____ tasolle _____, kun tulovirtaama vastaa keskiylivirtaamaa

6.2 toiminta-aika avata kaikki luukut varanostojärjestelmällä kuten käsikäyttöisesti kammella, kohteelle kuljetettavalla varanosturilla tai vastaavasti, hälytyksen antamisesta mitattuna _____ tuntia

7. LISÄTIETOJA:

Mitoitusarvojen määrittämisessä sovelletaan liitteessä 10 esitettyjä ohjeita. Käytetyt laskentaperusteet sekä mitoitusulvan, -menovirtaaman ja -vedenkorkeuden aikakäyrät tulee tarvittaessa (so. jos altaan vaimennus otetaan mitoituksessa huomioon) esittää liitteenä.

Liite 6b Hydrologiset mitoitusarvot kaivos- ja jätepadoilla

pvm:

Padon nimi:

0. KORKEUSJÄRJESTELMÄ

1. PATOALTAAN KAPASITEETTI

1.1 pinta-ala Mm²

tilavuus Mm³

1.2 HW-taso

hätä-HW

2. MITOITUSTULVAN SUURUUS PADON LUONA:

2.1 tulovirtaama prosessista m³/h

2.2 altaan valuma (sulanta ja ulkopuolinen valunta) m³/h

2.3 mitoitussadanta mm/vrk

2.4 mitoitussadannan vesimäärä m³

2.5 altaan varakapasiteetti (hätä HW-HW) m³

3. JUOKSUTUSMAHDOLLISUUDET MUIHIN ALTAISIIN:

3.1 altaan/altaiden nimet

3.2 vesimäärät painovoimainen m³/h pumppaamalla m³/h

4. JUOKSUTUSMAHDOLLISUUDET ULKOPUOLELLE:

4.1 Ympäristöluvan mukaiset juoksutusmäärät

4.2 Juoksutusmäärä ylivuotokynnykseltä

TOIMINTA HÄIRIÖ- TAI VAURIOTILANTEISSA:

5.1 pelivara-aika tuntia HW- tasolta hätä-HW tasolle
 tulovirtaamalla

5.2 toiminta-aika varapumppauskaluston saamiseksi toimintakuntoon hälytyksen antamisesta
mitattuna tuntia

5. LISÄTIETOJA:

Mitoitusarvojen määrittämisessä sovelletaan liitteessä 10 esitettyjä ohjeita. Käytetyt laskentaperusteet sekä mitoitustulvan, -menovirtaaman ja -vedenkorkeuden aikakäyrät tulee tarvittaessa (so. jos altaan vaimennus otetaan mitoituksessa huomioon) esittää liitteenä.

Liite 7 Padon tarkkailuohjelma

TARKKAILUOHJELMA

Padon nimi

Jatkuvaa tarkkailua suoritetaan seuraavasti:

Kohde	Toimenpiteet ja tarkkailun aikavälit

Erityistilanteet

Tämän lisäksi tarkkailua tehostetaan tulvien, rankkasateiden, kovien tuulien tai muiden erityisten rasisusten aikana seuraavasti:

--

Vuositarkastuksessa käydään läpi seuraavat asiat:

--

Määräaikaistarkastuksessa viiden vuoden välein tai tarvittaessa useamminkin käydään läpi seuraavat asiat (tarkastusta varten laaditaan asialista):

TARKKAILUOHJELMAN LAATIJAN MERKINTÖJÄ

Tarkkailuohjelma voimassa: _____

Päiväys: _____

Tarkkailuohjelman laatijan allekirjoitus ja nimen selvennys:

Ammattinimike:

Osoite:

Puhelin:

Sähköposti:

PATOTURVALLISUUSVIRANOMAISEN MERKINTÖJÄ

Hyväksymispäätös:

Hyväksytty _____ **ELYssä**

Päiväys:

Päätöksen diaarinumero: _____

Viranomaisen allekirjoitus ja nimen selvennys:

Liite 8a Kuvaus padon turvajärjestelyistä

pvm _____

PADON TURVAJÄRJESTELYT

Padon nimi:

<i>Käyttöhenkilöstö on koulutettu tehtäviinsä seuraavasti:</i>
<i>Käyttöhenkilöstön varallaolo on järjestetty seuraavasti kattaen toiminnan myös häiriötilanteessa:</i>
<i>Padon kaukokäyttö on järjestetty seuraavasti:</i>
<i>Tekniset järjestelmät padon käytön varmistamiseksi häiriötilanteessa:</i>
<i>Järjestelyt vesistöpadon juoksuksista padon ylä- ja alapuolella oleskeleville aiheutuvan vaaran torjumiseksi:</i>
<i>Järjestelyt vahingonteosta tai ilkivallasta aiheutuvan vaaran torjumiseksi:</i>
<i>Muut asiat:</i>

PTA 9 §: Padon omistajan on laadittava, pidettävä ajan tasalla ja toimitettava patoturvallisuusviranomaiselle kuvaus turvajärjestelyistä, jos nämä eivät käy ilmi muista patoturvallisuusviranomaiselle toimitetuista asiakirjoista.

Liite 8b Kuvaus kaivos- tai jätepadon turvajärjestelyistä

pvm

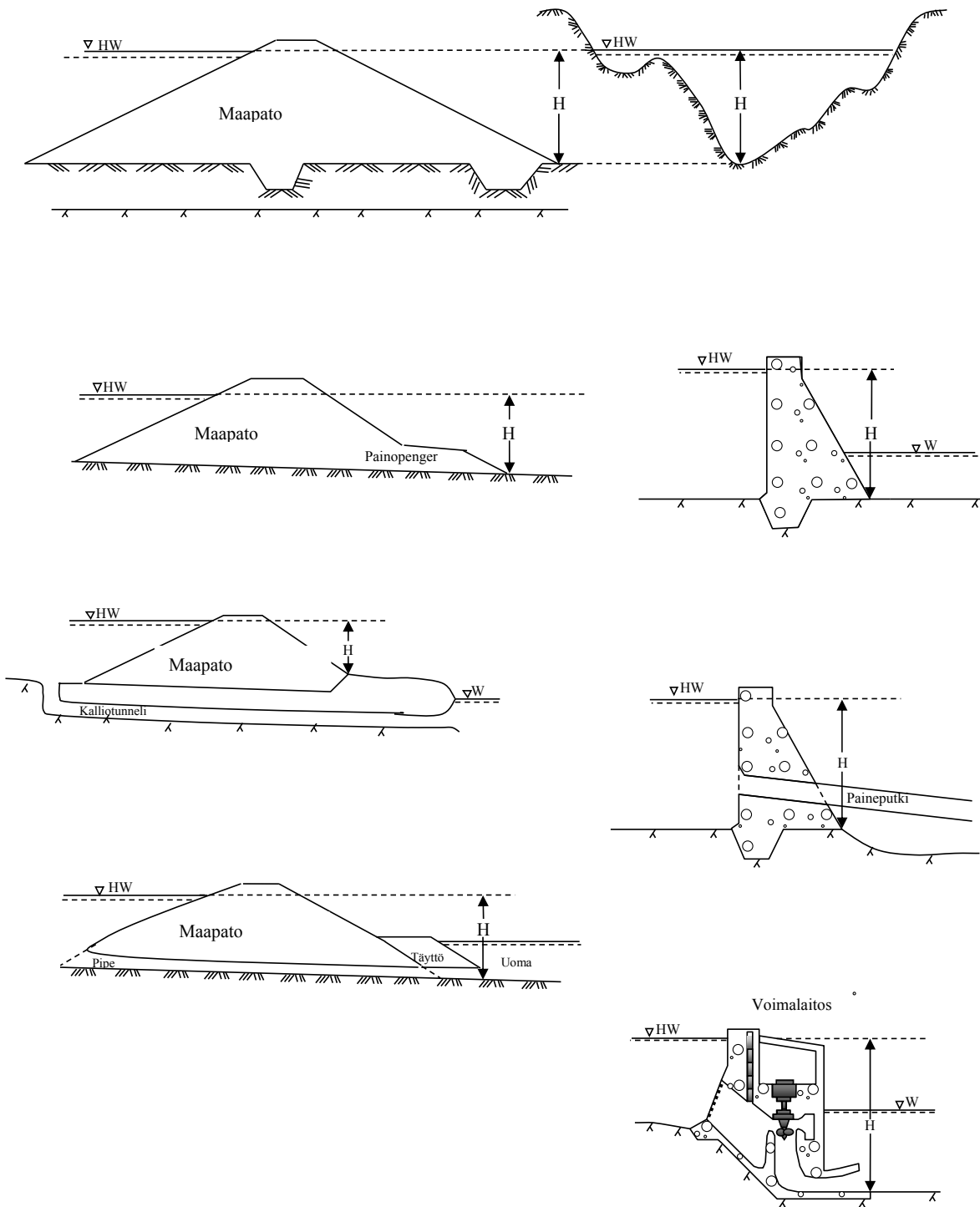
Padon nimi:

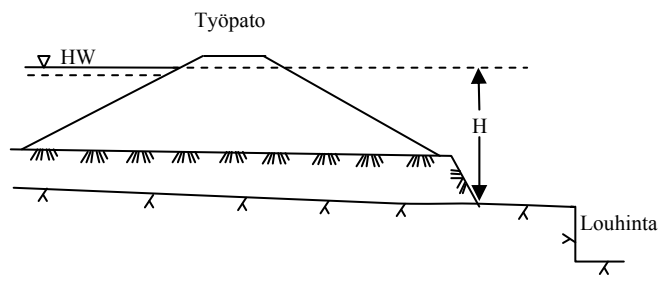
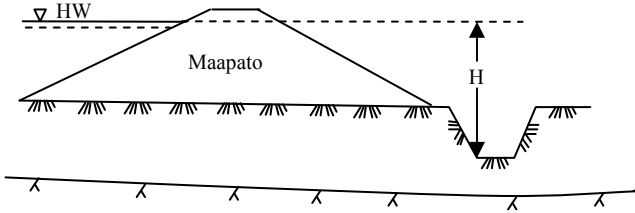
<i>Käyttöhenkilöstö on koulutettu tehtäviinsä seuraavasti:</i>
<i>Padolle on laadittu toimintaohjeistus (esim. OMS-manuaali):</i>
<i>Käyttöhenkilöstön varallaolo on järjestetty seuraavasti kattaen toiminnan myös häiriötilanteessa:</i>
<i>Onko patoihin ja altaisiin vaikuttavien laitoksen prosessiriskit tunnistettu ja miten niihin on varauduttu?</i>
<i>Onko patosortuman vaara-alueella olevien hälytys / evakuointi järjestetty, miten:</i>
<i>Onko kaivosalueella tehty rakenteita, joilla pyritään minimoimaan patosortuman tulva-aallon aiheuttamia vaurioita?</i>
<i>Altaisiin liittyvä kauko-/automaatiovalvonta (esim. pumppaamot, vedenpinnat, virtaamat, kameravalvonta, reaaliaikainen monitorointi jne.)</i>
<i>Järjestelyt ulkopuolisten pääsyn estämiseksi allasalueelle tai varoittamiseksi vaaroista:</i>
<i>Järjestelyt vahingonteosta tai ilkevallasta aiheutuvan vaaran torjumiseksi:</i>
<i>Muut asiat:</i>

PTA 9 §: Padon omistajan on laadittava, pidettävä ajan tasalla ja toimitettava patoturvallisuusviranomaiselle kuvaus turvajärjestelyistä, jos nämä eivät käy ilmi muista patoturvallisuusviranomaiselle toimitetuista asiakirjoista.

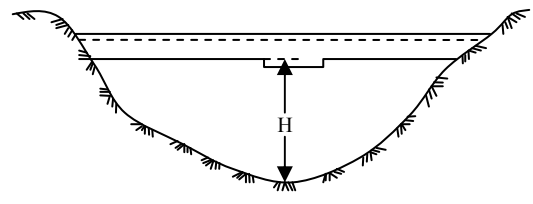
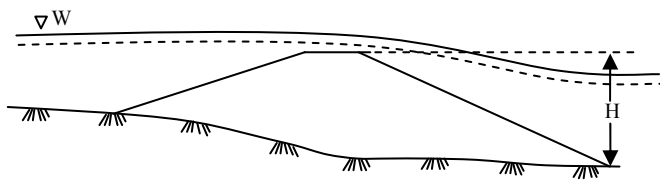
Liite 9 Esimerkkejä padon korkeuden mittaamisesta

Padon suurimmalla korkeudella tarkoitetaan padotun aineen ylimmän pinnan ja padon ulkopuolisen maanpinnan välistä suurinta korkeuseroa.





Pohjapadon korkeuden mittaaminen



Liite 10 Vesistöpadon hydrologinen mitoitus

1 PADOILLE ASETETTAVIA HYDROLOGISIA MITOITUSVAATIMUKSIA

PTA 2 §:n mukaan vesistöpato mitoitetaan virtaamalle, joka aiheuttaa padolla suurimman juoksutustarpeen. Mitoitus esitetään tätä virtaamaa vastaavan tulvan (mitoitustulva) vuotuisena todennäköisyytenä tai toistuvuutena. Taulukossa 1 on esitetty eri patoluokilta vaaditut mitoitustulvan toistuvuudet tai todennäköisyydet. Esim. 1-luokan vesistöpadon mitoitustulvana käytetään tulvaa, joka esiintyy 0,02–0,01 prosentin todennäköisyydellä eli keskimäärin kerran 5000–10000 vuodessa. Juoksutusrakenteet mitoitetaan mitoitusmenovirtaaman perusteella ilman voimalaitoksen koneistovirtaamia. Varsinaisen uoman sivussa sijaitsevien altaiden ja patojen suunnittelussa voidaan mitoitustulvan arvo määrätä altaan oman valuma-alueen perusteella, mikäli altaan tulokanavat ovat tarvittaessa suljettavissa. Tällöin on selvitettävä, ovatko tulokanavat todella suljettavissa myös suuren tulvan aikaisissa poikkeuksellisissa oloissa. Jo patosuunnittelun alkuvaiheessa täytyy varmistaa padon luokittelun ja mitoituksen yhteensopivuus vesistöalueella mahdollisesti ennestään olevien patojen kanssa. Näitä koskevia tietoja saa ao. patojen omistajilta ja ELY-keskuksilta.

Työpatojen suunnittelussa voidaan harkinnan mukaan käyttää pienempiä mitoitusarvoja, mutta mm. kuivavaran määrittämisessä on erityisesti otettava huomioon talviajan jääolosuhteet, mm. supon mahdollinen vaikutus. Työpatojen osalta ei ole esitetty kaavamaisia mitoitusohjeita, koska niiden käyttötarpeet ja vaatimukset ovat hyvin erilaisia paikallisista olosuhteista johtuen.

Taulukko 1. Mitoitustulvan vuotuiset toistuvuudet tai todennäköisyydet eri patoluokille.

Luokka	Toistumisaika vuosina (todennäköisyydet)
1	5 000 ... 10 000 (0,02–0,01 prosenttia)
2	500 ... 1 000 (0,2–0,1 prosenttia)
3	100 ... 500 (1–0,2 prosenttia)

2 MITOITUSTULVAN MÄÄRITYS

Mitoitustulvan määrittämenetelmän valinta riippuu ensisijaisesti käytettävissä olevista hydrologisista havainnoista. Lisäksi määrittämenetelmän valintaan vaikuttavat altaan ominaisuudet, säännöstelyn luonne, yläpuolisella alueella toteutetut säännöstelyt sekä muut valuma-alueella tapahtuneet muutokset.

Käytettävissä olevien havaintojen perusteella voidaan erottaa seuraavat tapaukset:

- 1) Jos patopaikalta on käytettävissä yli 20 vuoden ylivirtaamasarja, suoritetaan toistuvuusanalyysi Gumbelin menetelmällä.
- 2) Jos patopaikalta on käytettävissä 5–20 vuoden ylivirtaamasarja, tehdään tämän sarjan perusteella toistuvuusanalyysi. Lisäksi on syytä tehdä toistuvuusanalyysi jonkin lähivesistön pitkälle ylivirtaamasarjalle, jossa ovat mukana kohdevesistön ylivirtaamasarjan kanssa identtiset vuodet.
- 3) Jos samasta vesistöstä läheltä patopaikkaa (alle 20 % muutos valuma-alueen alassa, ei merkittäviä järviä välillä) on käytettävissä yli 5 vuoden havintosarja, voidaan sen ylivirtaamat muuntaa patopaikan ylivirtaamiksi suoraan pinta-alojen suhteessa ja menetellä sitten havintosarjan pituudesta riippuen kuten kohdassa 1 tai 2.
- 4) Jos samasta vesistöstä (mutta ei kuitenkaan kohtuuttoman kaukaa) on käytettävissä yli 5 vuoden havintosarja, joka ei täytä kohdan 3 kriteerejä, muunnetaan sen ylivirtaamat patopaikan ylivirtaamiksi nomogrammeja, muita havintosarjoja sekä yleistä hydrologista tietämystä käyttäen. Tämän jälkeen menetellään havintosarjan pituudesta riippuen kuten kohdassa 1 tai 2.
- 5) Muissa tapauksissa käytetään kahden soveliaimman vertailuvesistön yli 20 vuoden havintosarjoille Gumbelin menetelmällä tehtyjä toistuvuusanalyysijä. Niiden tuloksia korjataan vertailuvesistön ja kohdevesistön hydrologiset erot huomioonottaen. Lyhytkin havintosarja kohdevesistöstä, mieluiten patopaikalta, on tällöin erityisen tärkeä.

6) Ellei soveliaiksi katsottavia vertailuvesistöjä ole, on turvauduttava nomogrammien, valuma-alueen hydrologisten ominaisuuksien sekä suunnittelun aikana patopaikalla tehtävien virtaamahavaintojen perusteella laadittuun arvioon.

7) Yli sadan vuoden toistumisaikaa vastaavan mitoitustulvan määrittämisessä voidaan käyttää apuna taulukossa 3 esitettyjä kertoimia.

Muiden tekijöiden vaikutukset otetaan huomioon seuraavasti:

A. Jos altaan tilavuus on niin suuri, että mitoitustulvan voidaan arvioida vaimenevan, pitää koko mitoitustulva-hydrografi (kuva 1) määrittää:

- 1 Lasketaan vuotuisista ylivirtaamahaihuista eri kestoajoja (esim. 1, 3, 5, 10 ja 20 vrk) vastaavat ylivirtaamat sekä niiden ajoittuminen tulvahuippuun nähden.
- 2 Tehdään toistuvuusanalyysi Gumbelin menetelmällä eri kestoajojen ylivirtaamille.
- 3 Muodostetaan hydrografi, jossa eri kestoajojen ylivirtaamat ovat kohdan A.2 mukaiset ja niiden keskinäinen ajoittuminen vastaa kohdan A.1 keskimääräisiä ajoittumisia.

Jos kohdan A.1 perusteella on ilmeistä, että suurten tulvien ajallinen jakauma on erilainen kuin pienten, voidaan tämä ottaa huomioon eri kestoajojen ylivirtaamien ajoittamisessa. Hydrografia ei välttämättä tarvitse määrittää silloin, jos padon mitoitus riittää vaimentumattomallekin tulvalle.

- B. Säännöstelty virtaamahavaintosarja ei yleensä sovi harvinaisten tulvatilanteiden toistuvuusanalyysin pohjaksi sellaisenaan, vaan lähtökohdaksi täytyy ottaa säännöstelyrakenteen yläpuolinen, ainakin valtaosaltaan säännöstelemättömältä alueelta tuleva tulovirtaama.
- C. Jos yläpuolisella valuma-alueella on toteutettu merkittäviä säännöstelyitä, täytyy mitoitustulvan laskennassa yleensä lähteä liikkeelle ylimmästä tällaisesta säännöstelystä. Alajuoksun suuntaan edeten selvitetään tällöin kunkin padon vaikutus (patosortumatilanne tarvittaessa huomioon ottaen) mitoitustulvan suuruuteen. Käytännössä tämä yleensä edellyttää padon omistajilta ja vesiviranomaiselta saatavia tietoja vesistöalueen padoista ja niiden vaikutuksesta tulvan etenemiseen.
- D. Jos yläpuolisella valuma-alueella on tehty runsaasti ojituksia tai muita valunnan muodostukseen vaikuttavia toimenpiteitä, on tämä otettava huomioon mitoitustulvaa määritettäessä. Ennen toistuvuusanalyysiä toimenpidettä edeltäneen ajan ylivirtaamat korjataan nykytilaa vastaaviksi toimenpiteen arvioituihin vaikutuksiin perustuvalla kertoimella. Mikäli muutokset valuma-alueella jatkuvat ja niiden lopullinen suuruus on arvioitavissa, voidaan se ottaa huomioon kerrointa valittaessa.
- E. Mikäli pato (ja siihen liittyvä allas) sijaitsee varsinaisen pääuoman sivussa tai mikäli padon yläpuolisella vesistöalueella on esim. kääntökanavilla ohjattu vedenjuoksua vesistönosasta toiseen, tulee kussakin haarautumakohdassa selvittää vedenjuoksun jakaantuminen eri uomiin harvinaisten tulvien kyseessä ollen. Jakaantuminen tulee selvittää vallitsevien olosuhteiden perusteella, koska suunnitelmista löytyvä mitoitusarvo ei läheskään aina vastaa todellisuutta. Mikäli toinen haarautumakohdan uomasta on mahdollista kokonaan sulkea, voidaan tämä ottaa huomioon mitoitustulvaa määritettäessä. Tällöin on kuitenkin oltava varmuus siitä, että uoma todella on tarvittaessa suljettavissa. Joissakin vesistöissä saattaa harvinaisten tulvien aikana vesi ohjautua tavanomaisesta poikkeaville reiteille, vaikka em. rakenteita ei olisi tehtykään.

3 MITOITUSYLIVEDEN JA MITOITUSMENOVRTAAMAN MÄÄRITYS

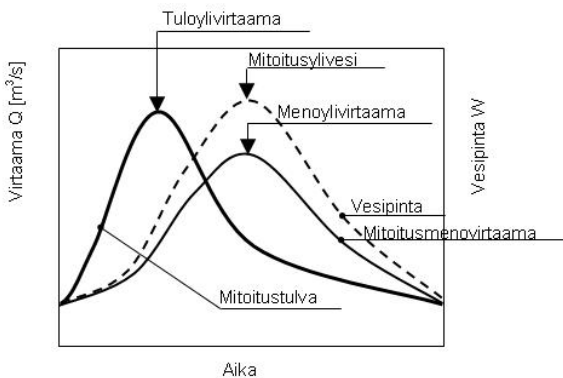
Mitoitustulva, sen alussa vallitseva vedenkorkeus sekä altaan pinta-alakäyrä ovat lähtökohtina mitoitussyliveden ja mitoitusmenovirtaaman määrittämisessä. Olemassa oleville padoille mitoitussylivesi on yksikäsitteisesti mitoitustulvasta ja lähtövedenkorkeudesta riippuva. Suunnitteilla oleville padoille etsitään sopivin mitoitussyliveden ja mitoitusmenovirtaaman yhdistelmä. Molemmissa tapauksissa on laskennasta saatuun mitoitussyliveteen lisättävä harkinnan mukaan varmuusvara tuulen, virtaamamuutosten ja jään vaikutusten huomioon ottamiseksi. Padon purkauskykyä määritettäessä ei oteta huomioon voimalaitoksen koneistovirtaamia.

Jos altaan tilavuus on hyvin pieni, mitoitusmenovirtaama on mitoitustulvan suuruinen. Lähtövedenkorkeudella ei tällöin ole mainittavaa merkitystä ja mitoitussylivesi määräytyy mitoitustulvan, uoman ja padon purkauskyvyn perusteella. Suuremmilla allastilavuuksilla mitoitussyliveden ja -menovirtaaman laskenta tapahtuu joko yksinkertaisella vesitasemenetelmällä tai altaan vesipinnan kaltevuuden huomioonottavalla menetelmällä. Jälkimmäistä

on käytettävä pitkille ja kapeille altailla. Laskennan aika-askeleen pituus riippuu altaan pinta-alasta ja tulovirtaaman suuruudesta. Graafisesti tulokset voidaan esittää kuvan 1 esimerkin mukaisesti. Kesä- ja talvitulvatilanteissa sekä vesivarastoltaan vähäisillä altailla on altaan lähtövedenkorkeudeksi syytä olettaa altaan ylärajan korkeus ja kevättulvan osalta käyttötoiminnan perusteella määräytyvä, tulvaa edeltävä vedenkorkeus.

Jääpato tai suppo saattavat joessa aiheuttaa sellaisen ylivedenkorkeuden, jonka toistumisaika on oleellisesti pitempi kuin ao. jääpadon tai suppoilmiön aikana esiintyvän ylivirtaaman. Myös patoaltaaseen kertyvän jään volyymillä tai jään vaikutuksella juokсутusrakenteisiin voi olla huomattavakin vaikutus altaan ylivedenkorkeuteen.

Patojen tulva-aukkojen mitoituksessa käytettävän tulovirtaaman toistuvuuden valintaan vaikuttavat paitsi patoturvallisuuden edellyttämä varmuus sortumista vastaan, myös padon rakentamisen taloudellisuuteen liittyvät seikat. Toistuvuus sinänsä on tilastollinen suure ja padon käyttöiän kasvaessa todennäköisyys mitoitus-tulvan ylittymiselle lisääntyy. Jos oletetaan padon käyttöäksi esim. 100 vuotta, on 63 % todennäköisyys sille, että ko. vuosien aikana esiintyy toistuvuudeltaan harvinaisempi kuin kerran 100 vuodessa esiintyvä tulva ja 18 % todennäköisyys sille, että tänä aikana esiintyy toistuvuudeltaan harvinaisempi kuin kerran 500 vuodessa esiintyvä tulva (taulukko 2). Koska padot on työpatoja lukuun ottamatta suunniteltu varsin pitkäikäisiksi, ei ole perusteltu mitoittaa niitä pienten toistuvuusajkojen mukaan.



Patojen suunnittelua keventää se, että mitoitus-tulvan muutos suhteellisesti pienenee toistuvuuden kasvaessa. Valittaessa mitoitus-tulvaksi kerran 1000 vuodessa esiintyvä tulva on mitoitusvirtaama vain noin 30 % suurempi kuin valittaessa mitoitus-tulvaksi kerran 100 vuodessa toistuva tulva (taulukko 3). Padon rakentamiskustannukset eivät siten yleensä lisäänty kovin voimakkaasti, kun mitoitus-tulvan toistumisaikaa pidennetään.

Kuva 1. Esimerkki altaan varastolaskennan tulostuksesta (Kuva: Pekka Vuola, 2006).

Taulukko 2. Todennäköisyys (%) mitoitus-tulvan ylittymiselle toistumisaikaa vastaavan ajanjakson aikana rakenteen suunnitellun käyttöajan funktiona.

Tulvan toistumis-aika [v]	Suunniteltu käyttöaika [v]					
	10	50	100	200	500	1000
10	65	99	100	100	100	100
50	18	64	87	98	100	100
100	10	40	63	87	99	100
200	5	22	39	63	92	99
500	2	10	18	33	63	86
1000	1	5	10	18	39	63
5000	0,2	1	2	4	10	18
10000	0,1	0,5	1	2	5	10

Taulukko 3. Gumbelin jakauman mukaisia ylivirtaamien suhteita eräillä havaintopaikoilla.

	Havaintopaikka	HQ1000	HQ5000	HQ10000
		HQ100	HQ100	HQ100
4:6	Lieksanjoki, Ruuna	1.28	1.47	1.55
4:24a	Koitajoki, Lylykoski	1.27	1.46	1.54
4:8087	Kallavesi, Konnus + Karvio	1.28	1.48	1.57
14:9	Vuosjärvi, Huopanankoski	1.27	1.46	1.54
14:29	Nilakka, Äyskoski	1.28	1.48	1.56
14:50	Petäjävesi, luusua	1.30	1.51	1.60
16:1a	Koskenkylänjoki, Pyhäjärvi	1.35	1.59	1.70
28:3	Aurajoki, Hypöistenkoski	1.32	1.55	1.65
35:94	Loimijoki, Maurialankoski	1.30	1.50	1.59
42:10	Kyrönjoki, Lansorsund	1.26	1.44	1.51
44:5	Lapuanjoki, Pappilankari	1.29	1.49	1.57
51:2	Lestijoki, Lestijärvi	1.28	1.47	1.56
54:4	Pyhäjoki, Pyhäkoski	1.29	1.49	1.58
57:7	Siikajoki, Länkelä	1.30	1.51	1.60
59:19	Lammasjärvi, luusua	1.29	1.49	1.58
60:4	Kiiminginjoki, Haukipudas	1.30	1.50	1.59
61:19	Iijoki, Merikoski	1.26	1.45	1.52
65:17	Kemihaara, Kummaniva	1.26	1.43	1.51
65:36	Ounasjoki, Marraskoski	1.31	1.48	1.56
67:8	Muonionjoki, Muonio	1.25	1.43	1.51
67:22	Tornionjoki, Karunki	1.25	1.42	1.49
71:8	Juutuanjoki, Saukkoniva	1.28	1.48	1.56

4 MITOITUSTULVAN MÄÄRITYS HYDROLOGISELLA MALLILASKENNALLA

Mikäli vesistöllä on olemassa ennuste- tai suunnittelukäyttöön tehty hydrologinen vesistömalli, joka koostuu valunta-, joki-, tulva-alue- ja järvimalleista, on sen käyttö mitoitustulvan laskentaan perusteltua. On kuitenkin huolehdittava, että jokien vedenkorkeus- ja virtaamalaskenta toimii oikein mitoitustulvan poikkeuksellisen suurilla vesimäärillä, kuvaamalla virtaaman eteneminen ja varastoituminen jokiuomassa ja sen ulkopuolella tarkennettuna vesistön kuvauksella tai hydraulisella jokimallilla.

Hydrologisten ja hydraulisten mallien käyttö on suositeltavaa laajoissa ja säännöstellyissä vesistöissä. Malleilla saadaan laskettua tarvittaessa myös tekoaltaiden ja järvien mitoitussyövytys ja mitoitusmenovirtaama. Jos padon hydrologiset havainnot ovat puutteelliset, voidaan mallilaskentaa käyttää vertailuvesistömenetelmän sijasta. Mallien käyttö mahdollistaa myös poikkeavien olosuhteiden kuten ilmastonmuutoksen mahdollisten vaikutusten arvioimisen. Seuraavaksi esitelty hydrologisen mallin käyttöön perustuva laskentamenetelmä soveltuu 1-luokan patojen mitoitustulvien eli 1/5000-1/10000 toistuvien tulvien laskentaan.

Hydrologista mallia käytettäessä on määritettävä käytettävä mitoitussadanta, joka aiheuttaa mitoitustulvan (Flödeskommittén, 1990). Mitoitussadantana käytetään Ilmatieteen laitoksen raportin *Patoturvallisuuden mitoitussadannat. Suomen suurimpien 1, 5 ja 14 vrk:n piste- ja aluesadantojen analysointi vuodet 1959–1998 kattavasta aineistosta* (Solantie & Uusitalo, 2000) mukaan laskettuja arvoja. Raportin avulla voidaan laskea kerran 10 000 vuodessa toistuvien 1, 5 ja 14 vuorokauden mitoitussadannan suuruus eri vuodenaikoina erikokoisille valuma-alueille eri puolilla Suomea. Kertomalla 1/10 000 toistuva sadanta luvulla 0,83 saadaan arvio 1/1000 vuodessa toistuvasta sadannasta, jota on useimmiten käytetty mitoitussadantana 1-luokan patojen mitoituksessa. Käytettävä 14 vrk:n mitoitussadanta muodostetaan siten, että koko 14 vrk sadantasumma vastaa raportin perusteella laskettua 14 vrk mitoitussadantaa, jakson päivien 7-11 summa vastaa 5 vrk mitoitussadantaa ja jakson 9. päivän sadanta vastaa 1 vrk mitoitussadantaa. Esimerkkejä mitoitussadannan suuruudesta eri kuukausina ja erikokoisilla alueilla Itä-Lapissa ja Etelä-Pohjanmaalla on esitetty kuvissa 2 ja 3. Solantien ja Uusitalon raportin touko-kesäkuun sadannat on arvioitu lähinnä kesäkuun havaintojen perusteella. Tästä johtuen niiden

arvot ovat etenkin toukokuun alussa liian suuria. Muutos maaliskuuhuhtikuun mitoitussadannoista touko-kesäkuun mitoitussadantoihin tulisikin tehdä tasaisesti toukokuun aikana, siten että touko-kesäkuun arvot päättyvät vasta kesäkuun alussa.

Mallilaskennassa mitoitustulva etsitään siirtämällä mitoitussadantaa päivä kerrallaan käytettävissä olevan säähavaintojakson (40 vuotta) yli ja laskemalla joka siirrolla mitoitussateesta syntyvä tulva. Suurin jaksolta löydetty tulva on mitoitustulva. Jakson pituutena suositellaan käytettäväksi 40 vuotta, jolloin jaksoon tulee mukaan riittävän suuria lumen vesiarvoja ja erilaisia säätahtumia.

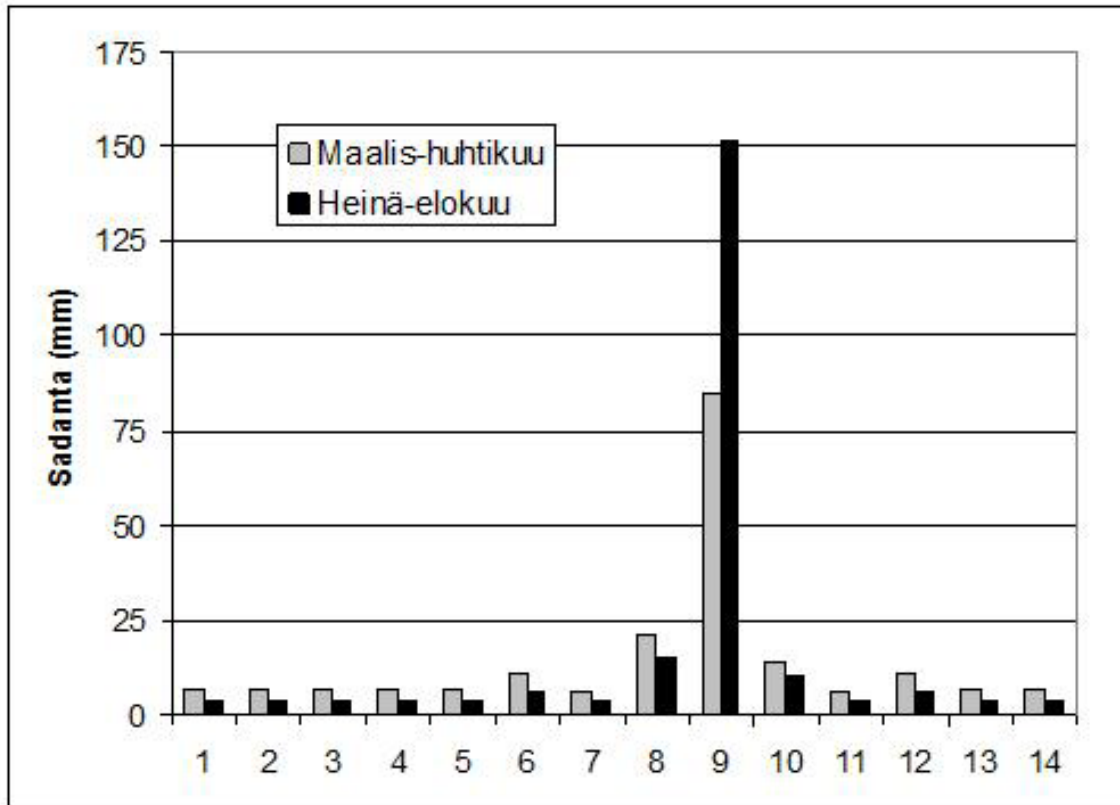
Etenkin keväällä tulee välttää epärealistisia korkeapaineisiin liittyvien lämpimien jaksojen ja matalapainetilanteeseen liittyvän suuren sadannan yhdistelmiä. Näiden välttämiseksi mitoitussadantajakson aikaisia lämpötiloja rajoitetaan siten, että ne eivät ylitä ko. kuukauden 75 % - todennäköisyysarvoa, jotka voi arvioida teoksen Tilastoja Suomen ilmastosta 1961–1980 (Heino & Hellsten, 1983) vuorokauden keskilämpötilan jakaumien perusteella.

Laskennassa tulee myös välttää epärealistisen suuria sadantoja, joita syntyy, jos varsinaisen mitoitussadantajakson alkuun tai loppuun osuu suuria havaittuja sadantoja. Tällaisessa tilanteessa mitoitussadantajakson vieressä olevien sateiden suuruuksia tulee rajoittaa siten, että 14 vrk sadanta ei millään tavalla laskettuna ylitä ennalta määriteltyä mitoitussadantaa.

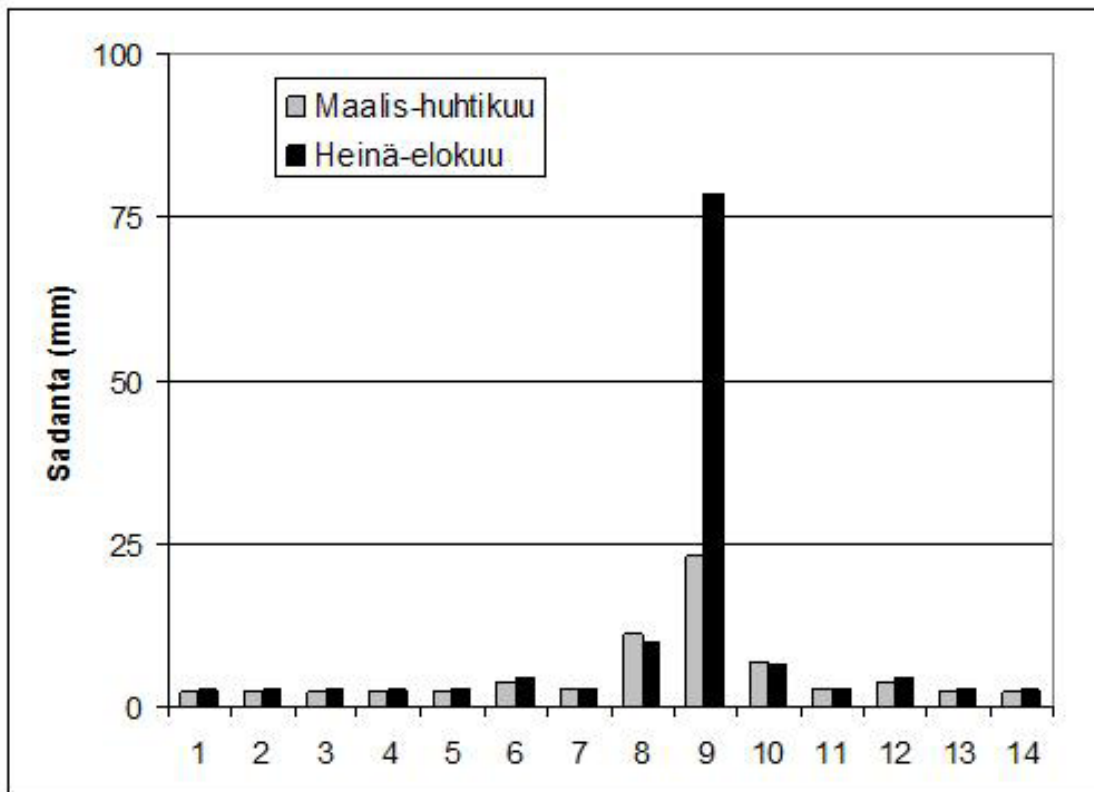
Suurilla ja runsasjärvisillä valuma-alueilla, joissa viipymät ovat pitkiä ja varastotilavuutta on paljon, mitoitustulva määräytyy 14 vuorokautta pidemmän sadannan perusteella. Oulujärvellä sadantojen kriittinen kesto on noin kuukauden ja Saimaalla kaksi–kolme kuukautta. Laskemat tällaisille kohteille voidaan kuitenkin tehdä lähtien 14 vuorokauden mitoitussadannasta, jos käytetään riittävän pitkää aikasarjaa, 40 vuotta. Silloin mitoitussadanta ajoittuu lopullisessa mitoitustulvatilanteessa kohtaan, jossa sitä ympäröivät suuret havaintojakson sadannat. Kuukauden sadantasummaa voidaan rajoittaa siten, että se ei ylitä luvulla 1,55 kerrottua 14 vrk sadantasummaa. Jos käytetään selvästi 40 vuotta lyhyempää laskentajaksoa, tulee suurissa runsasjärvisissä vesistöissä käyttää mitoitussadantajakson pituutena yhtä kuukautta. Tällöin kuukauden mitoitussadantana tulee käyttää luvulla 1,55 kerrottua 14 vuorokauden mitoitussadantaa.

Hydrologisella mallilla sadanta-, lumi- ja lämpötilatietojen perusteella määritetylle mitoitustulvalle ei voi ilmoittaa täsmällistä toistuvuusaikaa. Mitoitustulva on saatu yhdistämällä noin kerran 1 000–10 000 vuodessa toistuva mitoitussadanta 40 vuoden päivittäisiin säähavaintoihin. Saadun tulvan toistuvuus on yleensä luokkaa 1/5 000–1/10 000, kun sitä verrataan tilastollisilla menetelmillä saatuihin tuloksiin (Veijalainen & Vehviläinen, 2008). Saadun tulvan toistuvuus on siis riittävän harvinainen 1-luokan padoille ja vastaa hyvin kansainvälisesti käytettyjä toistuvuusarvoja.

Vesistömallilla laskettu mitoitustulva pitää tarkistaa mahdollisuuksien mukaan virtaama- tai vedenkorkeushavaintoihin perustuvalla toistuvuusanalyysillä kohdan 2 mukaan.



Kuva 2. Maalis-huhtikuun ja heinä-elokuun mitoitussadanta Etelä-Pohjanmaalla Lapuanjoella 71 km² kokoisella alueella.



Kuva 3. Maalis-huhtikuun ja heinä-elokuun mitoitussadanta Itä-Lapissa Kemijoen 27 100 km² kokoisella alueella.

Liite 11 Maapadot

1 SUUNNITTELU

1.1 Patojen vaativuus ja suunnittelijan pätevyys

Suunnittelulla tarkoitetaan tässä yhteydessä kaikkea maapatojen suunnittelua ja sitä vastaavaa toimintaa, joka voi olla uuden padon suunnittelua, olemassa olevan padon muutoksen tai korjauksen suunnittelua tai padon käyttöajan asiantuntija-, kuntoarvio- ja riskinhallintatehtäviä.

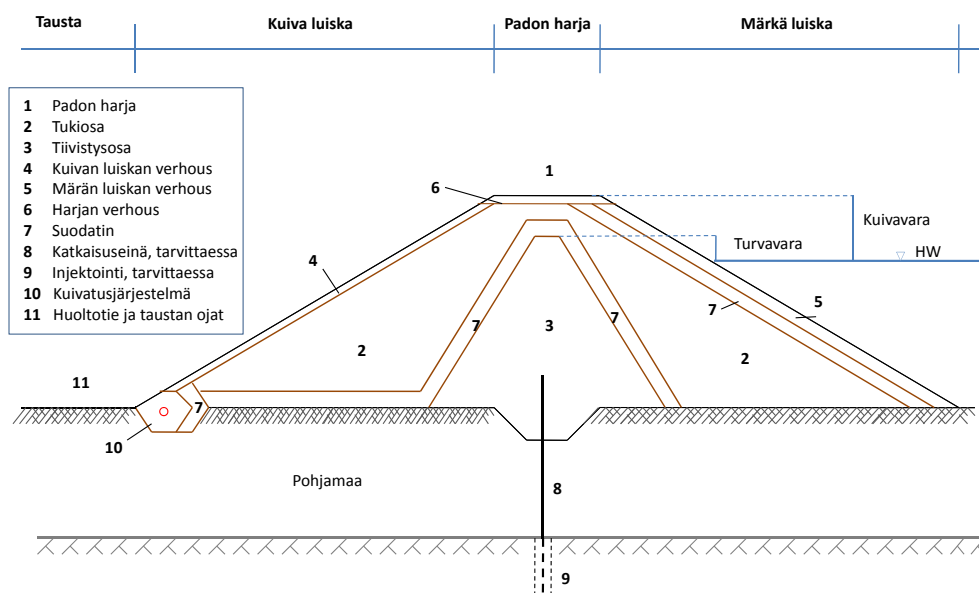
Suunnittelijan koulutus ja kokemus yhdessä muodostavat suunnittelijan pätevyyden. Vaadittava kelpoisuus määräytyy suunnittelijan riittävästä pätevyydestä suhteessa kulloisenkin suunnittelutehtävän vaativuuteen. Tiedot päteväksi todetuista pohjarakennesuunnittelijoista ja eri vaativuusluokkiin liittyvistä pätevyysvaatimuksista löytyvät FISE:n sivuilta www.fise.fi. FISE:n sivuilta löytyviä tietoja voidaan käyttää hyväksi arvioitaessa suunnittelijan kelpoisuutta. Yksittäisen henkilön nimen puuttuminen sivuilta ei kuitenkaan tee kyseistä henkilöä epäpäteväksi maapatojen suunnittelutehtäviin. On huomattava, että maapadon vastuullisella suunnittelijalla tulee olla soveltuvan koulutuksen lisäksi riittävän laaja kokemus maapatojen suunnittelusta.

Padon väliaikaisuus tai padotuksen lyhytaikaisuus eivät muuta suunnittelutehtävien vaativuutta tai suunnittelijan pätevyyttä. Esimerkiksi työpadot ja tulvapenkereet tulee siis suunnitella samantasoisesti kuin pysyvää käyttöä ja pitkäaikaista padotusta varten tarkoitetut padot.

1.2 Kuormitukset ja laskennat

Padon eri osia mitoitettaessa otetaan huomioon rakenteen materiaalien oma paino, suotovirtausten aiheuttamat kuormitukset (huokospaineet), aallokon ja roudan aiheuttamat voimat sekä liikennekuorma padon harjalla. Rakennusaikaisia kuormia voivat lisäksi olla mm. louhintatärinät. Muut ulkoiset kuormat on otettava laskentoihin mukaan tapauskohtaisesti.

Kuvassa 1 on esitetty esimerkki maapadon poikkileikkauksesta ja nimetty padon rakenteelliset osat. Alan kirjallisuudessa osien nimet voivat vaihdella, esimerkiksi tukiosa on tukipenger ja tiivistysosa on tiivistyssydän. Padon eri osia ja niiden suunnittelua käsitellään tarkemmin tämän liitteen kohdissa 1.5.2–1.5.7.



Kuva 1. Esimerkki maapadon poikkileikkauksesta ja sen rakenteellisista osista.

Padon vakavuus lasketaan ainakin rakennusaikana (vaarallisin tilanne yleensä työn päättyessä), normaalissa käyttötilanteessa sekä nopean vedenpinnan laskun jälkeen (vaarallisin tilanne yleensä veden laskiessa HW:n tasolta teknisen NW:n tasolle). Muut kuormitustilanteet on tarkasteltava tapauskohtaisesti. Vakavuutta laskettaessa tarkastellaan padon ja pohjamaan vakavuudet.

Padon ja pohjamaan painumat on tarkasteltava normaalien laskutapojen mukaisesti.

Sisäisen eroosion vaikutukset tulee ottaa huomioon kaikissa tarkasteluissa. Sisäinen eroosio voi tapahtua nopeastikin, joten se tulee tarkastella myös lyhyttä käyttöaikaa varten tehtävissä padoissa.

Padon käyttöikä ja toimintatapa voidaan ottaa huomioon kuormituksia ja laskentatilanteita määritettäessä siten, että pato suunnitellaan käyttöiän ja toimintatavan mukaisille mitoittaville tilanteille. Esimerkkeinä ovat seuraavat:

- pysyvää pitkäaikaista käyttöä varten tehtyjä patoja ovat esimerkiksi tavanomaiset vesistöpadot ja jätepadot, jotka mitoitetaan pitkän käyttöiän mukaisille tilanteille
- tulvapenkereet ovat patoja, joiden suunnittelussa voidaan ottaa huomioon tulvan lyhytaikaisuus
- työpatoja suunniteltaessa voidaan ottaa huomioon mahdollisuus vaikuttaa mitoittavaan vesipintaan vesistön säännöstelyllä; vuodenaikojen vaikutus voidaan ottaa huomioon esimerkiksi siten, että routasyvyys ei mitoiteta kuivavaraa, jos kaikki työ tehdään yhden kesän aikana.

1.3 Suotovirtausten laskenta

Maapatojen läpi, pohjamaan tai kallion kautta ja sivusta tapahtuvat suotovirtaukset selvitetään eri poikkileikkauksissa. Laskennat tehdään luotettavaksi todettuja menetelmiä käyttäen. Erikseen on tarkasteltava padon liittymien kalliopohjaan ja betonirakenteisiin. Suotovirtaukset on tarkasteltava myös kaikkien muiden patoon liittyvien tai padon läpi tehtävien rakenteiden rajapinnoissa. Virtaukset rajapinnoissa on katkaistava tai rajoitettava siten, että virtaus on pienempää kuin ympäröivässä padossa. Padon liittyminen rantatörmään on yleensä selvitettävä suotovirtausten kannalta.

Mitoitusparametrien määrityksessä tulee ottaa huomioon maapohjan ja padon vyöhykkeiden epähomogeenisuus ja anisotropisuus.

Vesipintojen korkeusero padon eri puolilla ja sään vaikutus kuten sadanta sekä lumen ja jään sulaminen vaikuttavat padon ja maapohjan kyllästysasteeseen sekä huokospaineeseen. Kaikki vaikuttavat tekijät tulee ottaa huomioon, kun arvioidaan virtausverkostoa ja kyllästysastetta esimerkiksi padon vakavuuden ja suotovesivirtaaman sekä sisäisen eroosion uhkan määritystä varten.

1.4 Sisäinen eroosio

Maapato on suunniteltava siten, että haitallista sisäistä eroosiota ei pääse kehittymään. Sisäinen eroosio tulee tarkastella jokaisessa padon vyöhykkeessä ja maapohjan kerroksessa sekä kaikissa rajapinnoissa. Kallio-perän mahdollinen vaikutus sisäiseen eroosioon tulee myös ottaa huomioon.

Sisäinen eroosio tarkoittaa padon vyöhykkeissä, maapohjassa ja kalliossa olevan aineksen lajittumista ja kulkeutumista ensisijassa suotovirtauksen vaikutuksesta. Suotovirtaus keskittyy karkeammaksi muuttuneisiin kohtiin tai halkeamiin ja voimistuu niissä, mikä lisää sisäistä eroosiota. Lopputuloksena saattaa olla joko merkittävä suotovirtauksen muutos ja sen seurauksena pienentynyt vakavuus tai eroosiosuonen muodostuminen (piping-ilmiö). Nämä molemmat saattavat johtaa padon sortumiseen.

Sisäisen eroosion alkamista ja eroosiosuonen muodostumista edesauttavat patoon mahdollisesti syntyvät halkeamat. Halkeilu saattaa syntyä ainakin maapohjasta johtuvasta padon epätasaisesta painumasta, padon merkittävistä korkeusvaihteluista aiheutuvista padon sisäisistä muodonmuutoksista, pienestä vakavuudesta ja kuivumiskutistumisesta. Routa on merkittävä halkeilun aiheuttaja Suomen olosuhteissa. Routa aiheuttaa patoon halkeamia pakkaskaudella ja padon löyhtymistä roudan sulaessa. Sulavat routalinssit ovat padossa olevia paikallisia halkeamia, joista eroosiosuonen muodostuminen voi myös alkaa.

1.5 Patojen minimivaatimuksia

1.5.1 Vakavuus

Maapadon kokonaisvarmuuden olisi suositeltavaa olla pysyvässä suotovirtaustilassa vähintään 1,5. Rakennustyön loppuvaiheessa ja äkillisessä vedenpinnan laskussa (HW-NW) kokonaisvarmuuden tulisi olla vähintään 1,3.

1.5.2 Padon kuivavara

Patojen kuivavara (padon harjan ja HW-tason välinen ero) määräytyy HW:n aikaisen suurimman aallonkorkeuden ja routamitoituksen perusteella. Routasyvyys on useimmiten määräävä tekijä. Routasyvyyden vaikutusta arvioitaessa voidaan ottaa huomioon padon rakenne, joka voi olla sellainen, että routa ei aiheuta vaaraa padon turvallisuudelle.

Aallon korkeus voidaan alustavasti laskea yksinomaan vapaan vesialueen pituuden perusteella kaavalla $h = 0,36 \times \sqrt{L}$, missä h = aallon korkeus [m] ja L = avoimen ulapan pituus [km]. Kuivavaran tulisi tällöin olla vähintään 1,75 kertaa suurimman aallon korkeus. Tarkemmassa mitoituksessa, ja aina kun avoimen ulapan pituus on yli 10 km, otetaan huomioon vallitsevien tuulten suunta, kesto ja nopeus esimerkiksi Kjaernslin et al, (1992) julkaisussa *Rockfill Dams, Design and Construction* esitetyllä tavalla.

Routasyvyys tulisi laskea 1- ja 2-luokan padoilla vähintään kerran kymmenessä vuodessa toistuvan pakkasmäärän F_{10} ja 3-luokan padoilla vähintään kerran viidessä vuodessa toistuvan pakkasmäärän F_5 mukaan. Suomen Rakennusinsinöörien Liiton Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet -teos on julkaistu 2013. Teoksen patojen routasuojauksista koskevassa osuudessa on käytetty lähteenä patoturvallisuusopasta. Tämän lisäksi teoksessa on esitetty tilastolliset pakkasmäärän arvot koko Suomessa. Arvot on laskettu Ilmatieteen laitoksen säähavainnoista jaksolta 1978–2007.

Pääsääntö on, että lumen routaeristysvaikutusta ei oteta huomioon kuivavaraa määritettäessä. Näin tulee toimia aina, jos padon harjalla on yleinen tie tai muuten säännöllinen liikenne, tai tie aurataan satunnaisesti kaan talvella.

Vanhoilla padoilla kuivavaran riittävyttä voidaan arvioida padolla tehtyjen riittävän edustavien roudan ja lumen syvyshavaintojen sekä pakkasmäärien perusteella.

Taulukossa 1 on esitetty eri pakkasmäärillä homogeenisen moreenipadon, savisydämisen vyöhykepadon ja moreenisydämisen vyöhykepadon roudan syvyys määritettynä pakkasmäärän neliöjuuren ja patotyyppin mukaisen kertoimen k -arvoilla kaavalla $Z = k \times \sqrt{F}$ (Kuusiniemi 1995). Taulukon arvoja voidaan soveltaa em. luonnonmateriaaleista rakennettujen maapatojen harjan kuivavaran määrittämisessä. Tällöin on oletettu, että padolla ei ole lunta routasuojauksena.

Moreenisydämisen vyöhykepadon routasyvyyden määrittämisessä voidaan soveltaa homogeenista maapatoa koskevaa kertoimen k -arvoa, jos tiivistesydän sekä hiekka- ja sorasuodattimet ovat leveät ja ulottuvat harjalle saakka siten, että ilman kulkeutuminen louheessa ei vaikuta padon routasyvyyteen.

Edellä esitetyllä tavalla määritettyä padon kuivavaraa voidaan pienentää käyttämällä routaeristeitä padon harjaosassa, mutta tällöin routaeristys on mitoitettava erikseen. Levyeristeistä suositellaan käytettäväksi suulakepuristettuja polystyreenisolumuovilevyjä, joiden minimipaksuus on 50 mm. Ohuempien levyjen käyttöä ei suositella niiden murtumisvaaran ja nopeamman vettymisen aiheuttaman lämmöneristyskyvyn laskun vuoksi. Routaeristeen ja sen alla olevan hiekkakerroksen tulee olla kokonaisuudessaan tason hätä-HW yläpuolella.

Roudan tunkeutumissyvyyden perusteella määritettyä kuivavaraa voidaan pienentää varmistamalla padon yläosan riittävä vedenpitävyys em. tavalla arvioitua roudan tunkeutumissyvyyteen asti. Varmistukseen voidaan käyttää tiivistyskalvoja, bentoniittimattoja tai muuta vastaavaa rakennetta. Tiivistysrakenne on sijoitettava niin, että se ei heikennä padon stabiiliteettia.

Taulukko 1. Roudan syvyyden arvioiminen lumettomalla padon harjalla, kaavalla $Z = k \times \sqrt{F}$.

Pakkasmäärä F [Kh]	Roudan syvyys [m]		
	Homogeeninen moreenipato	Vyöhykepato savisydän	moreenisydän
	k = 0,0120	k = 0,0105	k = 0,0130
10000	1,20	1,05	1,30
15000	1,47	1,29	1,59
20000	1,70	1,49	1,84
25000	1,90	1,66	2,06
30000	2,08	1,82	2,25
35000	2,24	1,96	2,43
40000	2,40	2,10	2,60
45000	2,55	2,23	2,76
50000	2,68	2,35	2,91
55000	2,81	2,46	3,05
60000	2,94	2,57	3,18

1.5.3 Padon turvavara

1- ja 2-luokan patojen turvavaran (tiivistysosan yläpinnan ja HW-tason erotuksen) tulisi olla vähintään 0,4 m. 3-luokan padoissa suositellaan vähintään 0,3 m turvavaraa. Rakenteen ja pohjamaan painumavara tulee lisätä em. mittoihin. Rikastushiekka-altaan turvavara on vapaan veden yläpinnan ja tiivistysosan alimman tason erotus.

1.5.4 Padon märän luiskan verhouk

Padon märän luiskan verhouksen kivi- tai lohkarekoko ja verhouksen paksuus määräytyvät suurimman aallonkorkeuden perusteella. Verhouksen laajuus määräytyy yläveden vaihtelurajojen mukaan. Mikäli halutaan ottaa huomioon jääkuormien verhousta vaurioittava vaikutus, tulisi käyttää keskimäärin 0,4 - 0,6 metrin läpimittaisia kiviä. Pienempiä kiviä käytettäessä on varauduttava rakenteen ajoittaiseen korjaamiseen.

1.5.5 Padon harja

1- ja 2-luokan patojen harjan leveyden tulisi olla vähintään neljä metriä. Leveyttä tulisi lisätä 0,5 m, mikäli pato on yli 10 m korkea ja edelleen 0,5 m jokaista seuraavaa kymmentä metriä kohti. Alle neljä metriä korkeiden 2-luokan patojen harjan leveys voi olla alle 4 m, mikäli tähän on erityiset perusteet. 3-luokan patojen harjan leveydeksi suositellaan vähintään kolmea metriä. Padon harjan tulisi rakenteeltaan soveltaa kunnossapitokaluston liikennöinnille. Jätepadoilla, joilla purkuputkisto sijaitsee padon harjalla, tulee harjan leveyttä lisätä putkiston tms. vaatiman tilan verran.

1.5.6 Padon suodatinrakenteet ja kuivatusjärjestelmä

Patojen suodatinrakenteet ja kuivatusjärjestelmä tulisi mitoittaa siten, että ne kaikissa olosuhteissa pystyvät suojaamaan tiivistysosan eroosiota vastaan ja purkamaan padon läpi, ali ja ympäri suotautuvat vedet sekä taasaamaan mahdolliset virtausgradienttien huiput. Suodatinrakenteiden tulee täyttää asetetut kriteerit rakeisuuden suhteen ja niiden vedenläpäisevyyden tulisi olla satakertainen suojattavaan rakenteeseen nähden. Kuivatusjärjestelmän on pystyttävä läpäisemään yli kymmenkertaisesti laskennallinen kokonaissuotovesimäärä. Kuivatusjärjestelmällä tarkoitetaan tässä sekä suodatinkerroksia että putkistoja ja ojia. Kuivatusjärjestelmän mikään osa ei saa padottaa. Suodatinkerrosten paksuuden mitoitus on osa suotovirtauslaskelmia. Sisäisen eroosion mahdollinen vaikutus tulee ottaa huomioon suodatinkerrosten mitoituksessa.

1.5.7 Kasvillisuus

Puuston, pensaston ja pintakasvillisuuden avulla voidaan parantaa patoalueen viihtyisyyttä ja liittymistä ympäröivään maisemaan. Kasvillisuus sitoo padon pintaosia syöpymiseltä. Kasvillisuus ei kuitenkaan saa aiheuttaa vaaraa padon rakenteelle tai haittaa padon kunnossapidolle tai tarkkailulle. Kasvillisuuden vaikutukset padon turvallisuuteen vaihtelevat mm. padon rakenteellisista ominaisuuksista ja ympäristön olosuhteista riippuen. Esimerkiksi maapadon tai tulvapenkereen homogeeninen rakenne tarjoaa kasvillisuudelle usein aivan erilaiset kasvuolosuhteet kuin vyöhykepadon rakenne. Puustosta ja muusta kasvillisuudesta ei voida antaa yleispäteviä ja yksityiskohtaisia ohjeita, vaan asiaa tulee käsitellä tapauskohtaisesti kullakin padolla erikseen. Kasvillisuutta padoilla on tarkasteltu tarkemmin diplomityössä ”Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutus maapatoihin” (Saarinen, 2010).

Jotkut maapadot ja monet tulvapenkereet on saatettu päästää metsittymään lähes vapaasti. Tällaisissakin tapauksissa joudutaan harkitsemaan mitä puita kaadetaan ja mitä jätetään vai kaadetaanko kaikki. Kasvillisuuden poisto padon käyttöönoton jälkeen on kuitenkin toissijainen tapa huolehtia padolla esiintyvistä kasvillisuudesta. Ensisijaisesti jo padon suunnittelu- ja rakennusvaiheessa tulisi huolehtia padolle mahdollisesti istutettavasta kasvillisuudesta ja niiden sijainnista padolla.

Märkä luiska

Patojen märällä luiskalla ei pääsääntöisesti sallita runkomaiseksi kasvavaa puustoa, sen sijaan pensaiden kasvu luiskan ja padon harjan taitteessa on edullista lumen kerääntymisen kannalta. Poikkeustapauksessa erillisselvityksen perusteella voidaan sallia suurempaa puustoa, jos puustosta ei ole haittaa padolle. Puustoa voi kasvaa esimerkiksi padon rakentamisen tai korjauksen yhteydessä tehdyillä levennyksillä, jotka voivat samalla toimia esim. venepoukamien suojana tai jakaa maisemallisesti patolinjoja.

Padon harja ja kuiva luiska

Patojen harjalla ei pääsääntöisesti sallita puustoa. Harjan ja luiskan taitteessa koneiden kulkualueen ulkopuolella voi kasvaa matalaa pensastoa. Kuivassa luiskassa runkomaisia puita voi kasvaa edellyttäen, että niistä ei ole vaaraa rakenteelle. Luiskassa puuston ja pensaston tulee olla niin harvaa, että näkyvyys padon kunnan valvonnan kannalta on esteetöntä. Kuivatusjärjestelmään kuuluvien, padon ja taustan salaojaputkien alue tulee pitää vapaana puista ja pensaista olosuhteista riippuen 5–10 metrin leveydeltä. Padon taustalla kuivan luiskan juuressa puusto ei saa estää kunnossapitoa eikä tarkkailua.

1.6 Kulkuyhteydet

1- ja 2-luokan maapadon harjan on oltava koko pituudeltaan liikennöintikelpoinen (PTA 5 §:n 2 momentti). Em. vaatimus ei koske tulvapenkereitä (PTA 5 §:n 3 momentti). On suositeltavaa, että ajo padon harjalla on estetty tarkkailutoiminnan mukaista liikennettä lukuun ottamatta. Jos padon harjalla on muuta liikennettä, on padon harja mitoitettava ja rakennettava sellaiseksi, että pato kestää kyseisen liikenteen.

Padolle on oltava toimivat kulkuyhteydet ja mahdollisuus padon huoltoon on suunniteltava ja tarpeen mukaan varmistettava myös tulva- ja pato-onnettomuustilanteessa (PTA 4 §:n 3 momentti). On suositeltavaa, että välittömästi padon taustalla on huoltotie ja 1- ja 2-luokan padoille vähintään kaksi yhdystietä alueen yleisiltä teiltä. Huoltotietä tarvitaan normaalin käytön aikana padon kuivan luiskan ja taustan turvallisuustarkkailua sekä huolto- ja korjaustöitä varten. Huoltoteiden ja yhdystien kantavuuden tulee olla riittävä raskaalle liikenteelle roudan sulamisen aikaankin. Huoltotiellä on syytä olla riittävästi kohtaus- ja kääntöpaikkoja sekä ajoramppeja padon harjalle.

Hätätapauksia varten olevien kiviainesvarastojen tulee olla huolto- tai yhdystien tai laadultaan vähintään vastaavien kulkuyhteyksien varressa.

1.7 Suunnitteluaineiston arkistointi

Laskelmat ja materiaalitiedot sekä muu suunnitteluaineisto tallennetaan siten, että ne ovat myöhemmin käytettävissä mahdollisia korjaustoimenpiteitä tehtäessä. Päätiedot suunnitelmista arkistoidaan yhdessä toteutumasiakirjojen kanssa.

2 RAKENTAMINEN, KUNNOSSAPITO JA KORJAUS

2.1 Työnjohto ja valvontahenkilöstö

Työnjohdolla ja valvontahenkilöstöllä tulee olla riittävä kokemus vaativien maarakennustöiden suorittamisesta ja näistä tehtävistä vastaavilla henkilöillä tulee olla kokemusta aikaisemmista maapatotoista.

Rakennuttajan valvontahenkilöstön ja urakoitsijan työnjohdon tulee olla toisistaan riippumattomia ja valvontahenkilöstöllä tulee olla oikeus keskeyttää rakennustyöt milloin olosuhteet, käytettävät materiaalit tai työmenetelmät poikkeavat suunnitelma-asiakirjoista.

Suunnittelijan työnaikainen tehtävä on asiantuntijavalvonta. Hänen on osallistuttava valvontaan olemalla läsnä ainakin urakan alkuvaiheen ja merkittävimpien työvaiheiden aikaisissa työmaakokouksissa, seuraamalla vaativimpien työvaiheiden toteutusta ainakin niiden alkuvaiheessa sekä tarkastamalla työmaapöytäkirjat.

2.2 Työn ja materiaalien laadunvalvonta

Työn valvonta tapahtuu työn suoritusta jatkuvasti seuraamalla. Työn ja materiaalien laatua valvotaan vähintään suunnitelma-asiakirjojen yhteydessä laaditun laadunvalvontaohjelman mukaisesti. Ohjelmassa on esitettävä minimivaatimukset sekä materiaalien tutkimiselle että rakenteen valvontakokeille.

Valvontakokeista pidetään pöytäkirjaa, josta on käytävä ilmi kokeiden ajankohta, tulokset, mahdolliset poikkeamat ja tehdyt korjaukset jne. siten, että kokeiden suorituspaikat voidaan yksiselitteisesti jälkikäteenkin määrittää.

2.3 Työnaikaisten tietojen arkistointi

Kaikki laadunvalvontakokeiden tulokset ja laadudokumentit kootaan yhteen ja arkistoidaan. Lisäksi niistä laaditaan yhteenveto, joka liitetään padon toteutuma-asiakirjoihin.

Työnaikaisten mittausten perusteella laaditaan lisäksi toteutumapiirustukset, joista on käytävä ilmi todelliset tehdyt rakenteet mukaan lukien pohjatyöt sekä suunnitelmiin mahdollisesti työn aikana tehdyt muutokset.

3 TARKKAILU JA TARKASTUKSET

3.1 Suotovesien tarkkailu

Suotovesiä voidaan tarkkailla huokospainemittareiden, pohjavesiputkien, salaojitusrakenteiden ja kuivatusojien avulla. Tarkkailu tulee kohdistaa erityisesti tapahtuviin muutoksiin huokospaineissa, vedenpinnan korkeuksissa tai virtaavan veden määrässä ja laadussa (väri, sameus, jne.). Huokosveden paineille, pohjavesiputkien vedenkorkeuksille ja/ tai mitatuille vesimäärille tulisi padon rakentamisen jälkeen (viimeistään ensimmäiseen määräaikaistarkastukseen mennessä) asettaa hälytysrajat. Asiantuntijan tulee tarkistaa ja arvioida tilanne, jos rajat ylittyvät tai alittuvat. Erityisiä tarkkailtavia kohteita ovat lähteet, kosteat alueet taustassa, kasvillisuuden muutokset (mm. pajujen runsas kasvu) sekä talvella sulana pysyvät tai keväällä aikaisin lumettomiksi tulevat alueet.

Suotoveden määrää ei yleensä voida mitata alueilla, joissa alavesi ulottuu padon helmaan. Suotovesien laadun selvittämiseksi on tarkkailukerrat ajoitettava siten, että alapuolisessa uomassa ei esiinny virtauksia.

3.2 Rakenteen tarkkailu

Rakenteen tarkkailua voidaan tehdä sekä mittauksin (vaaitukset, painumahavainnot, roudan syvyyden mittaukset jne.) että silmämääräisesti. Silmämääräisen tarkkailun tulee kohdistua ennen kaikkea tapahtuneisiin muutoksiin (painumiin/ halkeamiin padon harjalla tai luiskissa, verhouksien kuntoon, poikkeuksellisiin routanousuihin jne.).

Padon kunto tulee tarkastaa poikkeavien sääilmiöiden aikana. Tällaisia ovat ainakin kovat tuulet, myrskyt ja rankkasateet. Tarkkailuohjelmaan on syytä määrittää rajat, jolloin erillinen tarkastus tulee tehdä. Raja-arvoja ovat tällöin ainakin tuulen suunta ja voimakkuus sekä sateen rankkuus ja kesto.

3.3 Tarkkailutulosten arkistointi

Tarkkailutulokset arkistoidaan ja niistä tehdään yhteenvedot vuosi- ja määräaikaistarkastuksia varten.

Liite 12 Betonipadot

1 SUUNNITTELU

1.1 Suunnittelijan pätevyys

Suunnittelulla tarkoitetaan tässä yhteydessä kaikkea betonipatojen suunnittelua ja sitä vastaavaa toimintaa, joka voi olla uuden padon suunnittelua, olemassa olevan padon muutoksen tai korjauksen suunnittelua tai padon käyttäjän asiantuntija-, kuntoarvio- ja riskinhallintatehtäviä.

Betonipadon suunnittelijalla tulee olla toteutus- ja patoluokan vaatima riittävä koulutus ja tehtävään soveltuva kokemus betonirakenteiden suunnittelijana. Suunnittelijan koulutus ja kokemus yhdessä muodostavat suunnittelijan pätevyyden. Vaadittava kelpoisuus määräytyy suunnittelijan riittävästä pätevyydestä suhteessa kulloisenkin suunnittelutehtävän vaativuuteen. Tämä vaatimus koskee myös vanhojen betonipatojen muutos- ja korjaustöitä sekä kunnan arviointia. Betonipadot, jotka on luokiteltu 1- ja 2-luokan padoiksi, suunnitellaan Liikenneviraston Eurokoodin sovellysohjeen Betonirakenteiden suunnittelu – NCCI 2 mukaisesti toteutusluokan 3 mukaisina rakenteina ja niiden suunnittelijalla tulee olla AA-vaativuusluokan betonirakenteiden suunnittelijan pätevyys. 3-luokan padot suunnitellaan em. ohjeen mukaisesti toteutusluokan 2 mukaisina rakenteina ja suunnittelijalta vaaditaan A-vaativuusluokan pätevyys. Tiedot päteväksi todetuista betonirakenteiden suunnittelijoista ja eri vaativuusluokkiin liittyvistä pätevyysvaatimuksista löytyvät FISE:n sivuilta www.fise.fi. FISE:n sivuilta löytyviä tietoja voidaan käyttää hyväksi arvioitaessa suunnittelijan kelpoisuutta. Yksittäisen henkilön nimen puuttuminen sivuilta ei kuitenkaan tee kyseistä henkilöä epäpäteväksi betonipatojen suunnittelutehtäviin.

1.2 Kuormitukset ja niiden laskenta

Betonipatojen kuormitukset lasketaan Liikenneviraston Eurokoodin soveltamisohjeiden Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1 ja Geotekninen suunnittelu – NCCI 7 sekä Liikenneviraston suunnitteluohjeen Sillan geotekninen suunnittelu mukaan. Mitoitusvirtaamat ja niitä vastaavat vedenkorkeudet voidaan laskea liitteen 10 mukaan tilastollisiin havaintoihin perustuen. Padon tulee kestää myös hätä-HW:n aikainen tilanne. Padon pohjalla vaikuttava nostepaine voidaan laskea suotovirtausanalyysin avulla, mikäli pohjakalliosta/-maasta on käytettävissä tutkimustuloksiin perustuvat vedenläpäisevyysarvot. Laskenta voidaan suorittaa kaksi- tai kolmiulotteisena. Käytettävän ohjelmiston on oltava tarkoitukseen testattu ja hyväksytty. Tarvittaessa tulokset on tarkistettava mittauksin.

1.3 Kuormitusten yhdistely

Kuormitukset yhdistellään niin, että samanaikaisesti vaikuttavat kuormat muodostavat rakenteelle vaarallisimman kuormitusyhdistelmän.

Betonipatojen suunnittelussa on tutkittava alla luetellut kuormitustilanteet ja niissä on oltava mukana ainakin seuraavat kuormitusyhdistelyt. Kuormitustilanteet 1 ja 2 käsitellään normaaleina kuormitustilanteina ja 3 ja 4 poikkeuksellisina kuormitustilanteina.

1. Rakentamisen aikana

- omapaino
- lämpötilan vaihtelun aiheuttamat pakkovoimat (harkinnan mukaan)
- maanpaine
- rakennustyökoneiden ja asennusnostureiden kuormat
- koneistokuormat (huomioituna tai ilman)
- kattorakenteet (huomioituna tai ilman)

2. Normaali käyttötilanne

- omapaino
- lämpötilan vaihtelun aiheuttamat pakkovoimat (harkinnan mukaan)
- maanpaine
- normaali ylävesi (HW)
- normaali tai minimi alavesi (kumpi aiheuttaa suuremmat rasitukset)
- noste
- koneiden ja laitteiden aiheuttamat kuormat
- jääkuormat

3. Poikkeuksellinen käyttötilanne (tulva)

- omapaino
- maksimi ylävesi (häätä HW)
- maksimi alavesi
- noste
- jäälautan törmäyskuorma harkinnan mukaan

4. Huoltotilanne

- omapaino
- maanpaine
- maksimi ylävesi
- maksimi tai minimi alavesi (kumpi aiheuttaa suuremmat rasitukset)
- noste
- nosturikuormat
- vesitiet tyhjänä (koneasema, tulva-aukko)
- ilman koneita tai laitteita
- jääkuormat.

1.4 Rakenteiden mitoitus ja vakavuuksien laskeminen

Rakenteet suunnitellaan ja mitoitetaan siten, että niillä on riittävä varmuus sortumista vastaan. Tämän lisäksi rakenteilla tulee olla riittävä varmuus käyttötarkoitukseen nähden haitallisten muodonmuutosten, painumien, halkeamien, värähtelyjen tai muiden haitallisten vaikutusten syntymistä vastaan.

Tarkasteltaessa kalliolle perustetun rakenteen varmuutta/vakavuutta kaatumista tai liukumista vastaan kokonaisvarmuusmenettelyä käyttäen voidaan sitä pitää riittävänä, kun se on $\geq 1,5$ normaaleissa kuormitustilanteissa ja $\geq 1,3$ poikkeuksellisissa kuormitustilanteissa. Varmuuksia laskettaessa käytetään ominaiskuormia. Kokonaisvarmuuden käyttö ei ole eurokoodien mukaista, vaan vakavuuksien tarkistus tulisi eurokoodien mukaan tehdä osavarmuuslukuja käyttäen.

Suomalaisen normaalin terveen kallion varaan tehtyjen rakenteiden geotekninen kantavuus on yleensä riittävä, ja rakenteet pyritäänkin perustamaan tällaiselle pohjalle. Erityisesti rakoilu ja ruhjeet vaikuttavat kallion käyttäytymiseen ja pitkäaikaispysyvyyteen.

Maanvaraisissa rakenteissa tulee ottaa huomioon ainakin kuormitusresultantin kaltevuuden ja suotovirtauksen vaikutus geotekniseen kantavuuteen. Patorakenne on yleensä herkkä siirtymille ja kallistumille, joita voivat aiheuttaa ulkoisen kuormituksen ohella ainakin sisäinen eroosio ja routa. Maan käyttäytymistä ja pitkäaikaispysyvyyttä arvioitaessa on aina otettava huomioon maapohjan epähomogeenisuus ja maakerrosten anisotropisuus.

1.5 Vakavuutta parantavien keinojen käyttö

Betonipatojen vakavuutta voidaan parantaa käyttämällä esijännitetyjä kallioankkureita. Ankkureiden ollessa tyyppiltään sellaisia, ettei niiden jännitystä voida myöhemmin tarkistaa, pitää rakenteen varmuus ilman ankkurien

vaikutusta olla vähintään 1,25 normaaleissa kuormitus-tilanteissa ja vähintään 1,1 poikkeuksellisissa kuormitus-tilanteissa. Ankkurivoimien laskennallisen tarpeen ollessa vähäinen on kuitenkin aina asennettava vähintään 2 kpl ankkureita.

Mikäli esijännitysankkureiden osuus varmuudesta on edellä esitettyä suurempi, pitää käyttää ankkurityyppiä, jonka jännitys voidaan myöhemmin määräajoin tarkistaa. Ankkurit on sijoitettava siten, että niiden jännitys voidaan esteettä tarkistaa ja tarvittaessa mahdollisesti toimintakykynsä menettänyt ankkuri korvata uudella ankkurilla. Ankkureiden lukumäärän on oltava sellainen, ettei rakenteen varmuus vaarannu tarkistustyön tai uuden ankkurin asennustyön aikana. Esijännitysankkureiksi soveltuvat vain ns. kaksoissuojatut ankkurityypit.

Tavanomaisia kallioon juotettuja jännitettyjä tai jännittämättömiä harjateräsankkureita ei oteta huomioon rakenteen vakavuustarkastelussa stabiloivana tekijänä, ellei niiden pitkäaikaissäilyvyyttä ja rakenteiden siirtymäkykyä varmisteta. Ankkureiden osuus varmuudesta ei saa olla suurempi kuin tarkistamattomilla esijännitysankkureilla.

Rakenteiden alla vaikuttavaa huokospainetta voidaan pienentää käyttämällä salaojitusta. Salaojien toimivuutta on kuitenkin pystyttävä seuraamaan rakenteen alle asennettujen huokospaineantureiden tai muunlaisten painemittareiden avulla. Kallion ollessa ehjää ja kaikilta osin hyvin tiivistä huokospaineen kehittyminen ja kehittyvän paineen alentamismahdollisuudet on selvitettävä aina tapauskohtaisesti erikseen.

1.6 Rakenteen toimintatavan valinta

Patorakenteet on jaettava liikuntasaumoilla osiin, jotta niiden lämpö- ja kuivumiskutistumien aiheuttamat halkeamat eivät muodostu haitallisen suuriksi. Rinnakkaiset toisiinsa liittyvät rakenteet on suunniteltava siten, etteivät kuormitusten aiheuttamat rakenteiden muodonmuutos- ja siirtymäerot saumassa muodostu niin suuriksi, että tiivisteet vaurioituvat tai ettei rakenne siirtyessään kuormita toista rakennetta tavalla, jota ei laskelmissa ole otettu huomioon.

Työnaikaisten lämpötilaerojen aiheuttamien pakkovoimien haitallista vaikutusta rakenteisiin voidaan parhaiten eliminoida jakamalla rakenteet valuosiin ja valitsemalla osien valujärjestys mahdollisimman edulliseksi.

Betonirakenteiden liittyminen maapatoihin ja vierustäyttöihin on suunniteltava yhdessä kohteen geoteknisen suunnittelijan kanssa.

1.7 Suunnitteluaineiston dokumentointi

Suunnittelutiedot dokumentoidaan ja tiedot aineiston arkistointipaikasta merkitään toteutuma-asiakirjaluetteloon.

2 TYÖNAIKAINEN VALVONTA

2.1 Työnjohdon pätevyys

Työmaan betonitöistä vastaavalla työnjohtajalla tulee olla toteutusluokan edellyttämä pätevyys. Patoon liittyvien pohjarakennustöiden työnjohtajalla tulee olla kyseisen vaatimusluokan edellyttämä pätevyys.

2.2 Työn laadunvalvonta

Betonirakenteita koskeva laadunvalvonta hoidetaan valvontaohjeiden mukaisesti. Patoturvallisuuden kannalta oleelliset asiat on tarkastettava työn edistymisen mukaan. Tarkastuksista on pidettävä päiväkirjaa tarvittavassa laajuudessa. Seurattavia ja dokumentoitavia asioita ovat mm. pohjakallion ja pohjamaan laatu ja vedenläpäisevyys, mahdollisten esijännitysankkureiden jännitys ja injektointi, valettujen rakenteiden ja niiden liittymäkohtien lämpötilan kehitys, betonin koostumusta ja raudoitusta koskevat tiedot jne.

2.3 Työnaikaisten tietojen dokumentointi

Työnaikaisista laadunvalvontakokeista sekä pidetyistä katselmuksista laaditaan yhteenveto, joka liitetään käyttöönottotarkastusasiakirjoihin. Laadunvalvontatiedot arkistoidaan toteutuma-asiakirjojen yhteyteen.

3 KÄYTÖN AIKAINEN TARKKAILU

Käytön aikana patoturvallisuuden kannalta merkittäviä tarkkailukohteita ovat mm. rakenteiden vesirajat, liikunta- ja työsaumat, salaojien ja ankkureiden toiminta, esiintyvien vuotojen määrä ja laatu sekä niissä tapahtuvat muutokset. Vesiteiden ja vedenalaisten rakenteiden tarkastuksia tehdään mahdollisuuksien mukaan huoltojen ym. aikana, jolloin rakenteet ovat näkyvissä. Mikäli tämä ei ole mahdollista käytetään tarkastuksissa apuna esimerkiksi sukeltajaa. Tarkastuksista pidetään pöytäkirjaa ja ne liitetään määräaikaistarkastusten aineistoon.

Liite 13 Juoksutusluukut ja vedenpinnan mittaus

1 TERÄSRAKENTEET

Luukun teräsrakenteiden suunnittelussa on noudatettava Liikenneviraston Eurokoodin soveltamisohjetta Teräs- ja liittorakenteiden suunnittelu – NCCI 4 ottaen huomioon käyttöolosuhteet materiaalien lujuusvaatimuksissa. Kuormitukset on otettava huomioon Liikenneviraston Eurokoodien soveltamisohjeiden Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1 ja Geotekninen suunnittelu – NCCI 7 sekä Liikenneviraston ohjeen Sillan geotekninen suunnittelu mukaisesti.

2 KONEISTO

Ylikuormituksen estolaitteet:

Jos rakenne on sellainen, että koneisto tai luukku vaurioituu ylikuormitustilanteissa, koneistossa tulee olla varo- laite vaurion välttämiseksi sekä sille asianmukainen hälytys.

Vinoon menon esto:

Jos on mahdollista, että luukku voi mennä vinoon asentoon, jolloin sen liike estyy, vinoon meno on estettävä joko mekaanisesti tai sähköisesti. Jos toimintaa häiritsevää vinoon menoa esiintyy, koneistossa tulee lisäksi olla anturi asianmukaisine hälytyksineen, joka toteaa sen sekä järjestelmä, jolla luukku voidaan oikaista.

Ketjujen toiminta:

Jos voima itse luukkuun välitetään ketjuilla, on varmistettava ketjujen ja niiden kokooja- ja kelauslaitteiden toiminta myös talviolosuhteissa.

Voitelulaitteet:

Luukun akseleiden, ketjujen, tappitankojen ja koneistojen voitelun tulee olla helposti ja turvallisesti tehtävissä ja luukun toiminnasta vastaavan on huolehdittava siitä, että tarpeelliset voitelut tehdään hoito-ohjelman mukaisesti.

Koekäyttö:

Koneiston ja valvontalaitteiden toiminta tulee varmistaa vuosittain koekäytöllä, josta tehdään merkintä vuositar- kastusraporttiin.

Rajakatkaisijat:

Koneisto tulee olla varustettuna varmatoimisilla rajakatkaisijoilla (käyttö- ja hätärajakatkaisimet), jotka pysäyttävät liikkeen luukun ääriasennoissa ja tietyissä erikoistilanteissa.

Lämmitys:

Jos luukun käyttö on tarpeellista myös pakkaskautena, luukku ja sen pielet tulee yleensä varustaa lämmityksellä. Lämmityksen ohjaus on järjestettävä kauko-ohjauksella tai/ ja termostaateilla käyttötarpeen mukaan. Jos koneistot ja sähkölaitteet vaativat lämpimän konehuoneen tai käyttökeskuksen, niissä on oltava toimiva lämmitys.

Luukun asentotieto:

Luukun käyttäjällä ja käytön valvojalla tulee olla luotettava tieto luukun asennosta. Jos luukku on kauko-ohjatta- va tai sitä ohjaa vedenpinnan valvontalaitteet, sen asennosta tulee olla näyttö kauko-ohjaus/ valvontapaikassa.

Varoituslaitteet:

Jos luukun liike ja siitä aiheutuva veden virtauksen muutos voi aiheuttaa vaaraa ihmishengelle, avauksesta on varoitettava sireenillä tai vastaavalla riittävän ajoissa ennen liikkeen alkamista.

3 SÄHKÖLAITTEET

Sähkölaitteiden suunnittelussa ja käytössä on noudatettava sähköturvallisuusmääräyksiä.

4 VEDENPINNAN MITTAUS

Kaukokäytössä olevissa padoissa ja niissä padoissa, joissa vedenpinnan muutokset voivat olla nopeita, padotun alueen vedenpinnan seuraamiseksi tulee järjestää varmatoiminen, tarvittaessa kahdennettu, kaikissa sääolosuhteissa toimiva mittausjärjestelmä. Mittaustieto tulee mahdollisesta automatisoinnista huolimatta johtaa paikkaan, josta padon käyttöä valvotaan ja josta tarvittaessa luukkujen käyttö on mahdollista. Järjestelmä tulee varustaa asianmukaisilla hälytyksillä.

5 VARANOSTOJÄRJESTELMÄ JA VARANOSTOSUUNNITELMA

PTA 4 §:n 2 momentin mukaan padon juoksutusluukkujen ja muiden käyttölaitteiden on oltava toimintavarmoja ja padon juoksutusluukkujen käyttämiseen on oltava varanostojärjestelmä tai -suunnitelma. Varanostojärjestelmän tai -suunnitelman toiminta-ajan on oltava riittävän lyhyt padon pelivara-aikaan nähden. Pelivara-aika on se aika, jonka kuluessa jokin häiriö tai vaurio voi johtaa vaaralliseen tilanteeseen. Se voi olla esimerkiksi veden nousu aika HW:stä hätä-HW:hen. Pelivara-aika on riippuvainen mm. yläaltaan tilavuudesta, tulovirtaaman suuruudesta ja käytettävissä olevasta juoksutuskapasiteetista.

Varanostojärjestelmän tulee olla sellainen, että luukku sähkökatkon, tulipalon tms. sattuessa saadaan aukaistua. Jos varanostojärjestelmä on sähköinen, sen kaapeloinnin ja virtalähteen tulee olla erillään varsinaisen nostojärjestelmän kaapeloinnista ja virtalähteestä. Varanostojärjestelmä voi olla myös erillinen, luukun järjestelmiin helposti kytkettävä polttomootorikäyttöinen sähkö- tai hydrauliagregaatti.

Kiinteä varanostojärjestelmä voidaan joissakin tapauksissa korvata varanostosuunnitelmalla. Suunnitelman on kuitenkin oltava toimiva kaikissa tilanteissa ja kaikkina vuorokauden- ja vuodenaikoina. Suunnitelma voi sisältää esim. auto- tai tms. nosturin käytön, jos sellainen on varmuudella saatavissa kaikissa tilanteissa ja luukun nosto voidaan suorittaa pelivara-ajan kuluessa.

6 KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJEET

Luukulle on laadittava käyttö- ja huolto-ohjeet, jotka on säilytettävä asianmukaisesti. Yhdet kappaleet käyttö- ja huolto-ohjeista sekä sähkölaitteiden pääkaavioista tulee säilyttää paikallisesti padolla luukun konehuoneessa, käyttökeskuksessa, tms.

Liite 14 Maapatojen sortumatapausten vertailu

Tämän oppaan kohdan 5.1.2. mukaan vahingonvaaraselvityksessä on selvittävä erilaiset sortumatilanteet. Vahingonvaaraselvityksessä on selvittävä eri sortumapaikoista, erilaisesta sortuman etenemisestä ja erilaisesta vesistön virtaamatilanteesta aiheutuvat tilanteet.

Käytännön vahingonvaaraselvityksissä sortumaolettamukset maapadoille ovat yleensä:

- ylivirtaus
- sisäinen eroosio.

Froehlichin (1995) mukaan maapadon sortuma-aukon lopullisen leveys voidaan määrittää yhtälöllä

$$\bar{B} = 0,183 \cdot K_0 \cdot V_w^{0,32} \cdot h_b^{0,19}$$

missä \bar{B} = sortuma-aukon keskimääräinen leveys

K_0 = kerroin (1,4 ylivirtaukselle, 1,0 sisäiselle eroosiolle)

V_w = altaan tilavuus [m³]

h_b = sortuma-aukon korkeus [m]

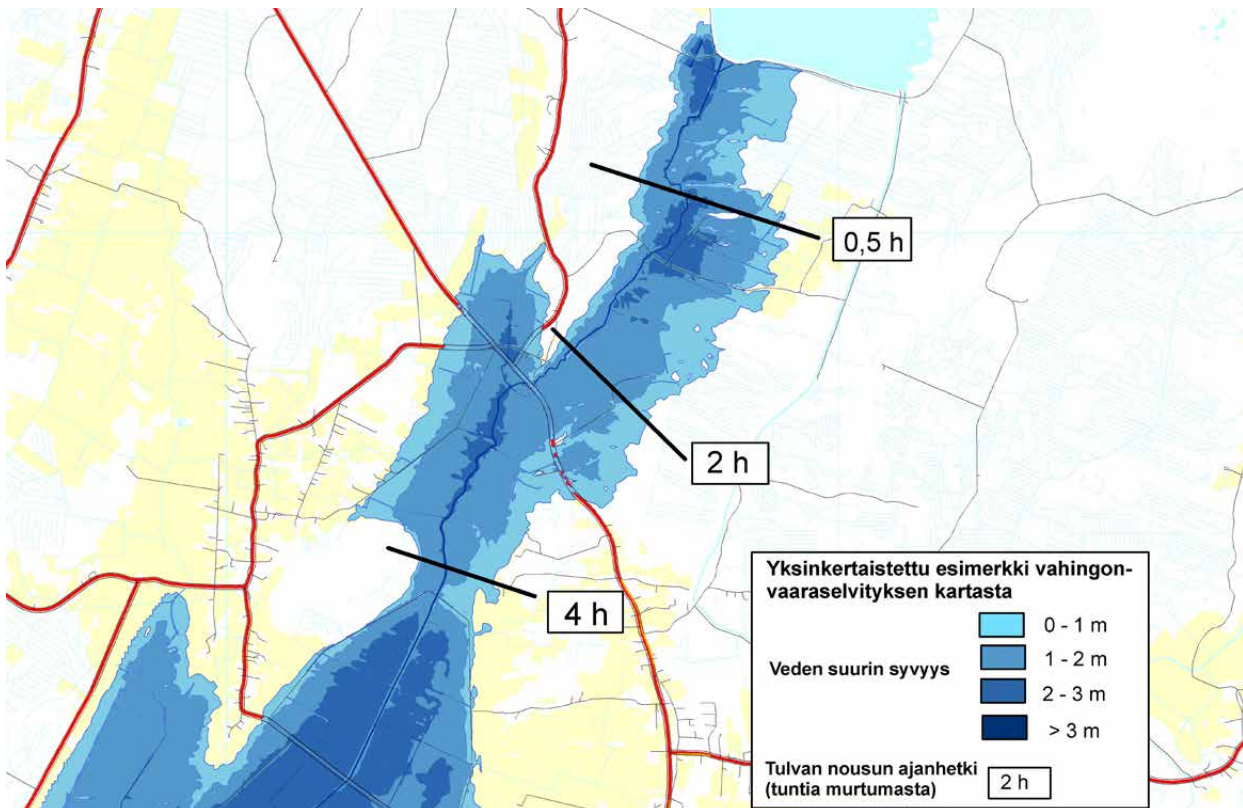
ja sortuman muodostumiseen kuluva aika yhtälöllä

$$t_f = 0,00254 \cdot V_w^{0,53} \cdot h_b^{-0,9}$$

missä t_f = sortuma-aukon muodostumiseen kuluva aika [h]

Froehlichin menetelmää voidaan käyttää ensimmäisen arvion tekemiseen sortuma-aukon leveydestä ja sortuma-ajasta. Vahingonvaaraselvityksessä on myös vertailtava sortuma-aukon leveyden ja sortuma-ajan vaikutusta sortuma-aukosta purkautuvaan virtaamaan ja sitä kautta myös tulva-aallon etenemiseen.

Liite 15 Vahingonvaaraselvityksen tulosten esittäminen



Kuva 1. Esimerkki vahingonvaaraselvityksen tulosten esittämisestä (Kuva: Mikko Huokuna, 2010).

Vahingonvaaraselvityksen tulokset ovat turvallisuussuunnitelman ja pelastustoiminnan suunnittelun lähtökohta. Selvityksen tulokset on esitettävä sellaisessa muodossa, että pelastusviranomaiset sekä muut pelastustoimintaan osallistuvat viranomaiset kykenevät suunnittelemaan oman toimintansa niiden perusteella. Kunkin määrätyn tulvatapauksen tai perustellusti määrätetyistä tulvatapauksista valittujen vähintään kahden tulvatapauksen tiedot tulee esittää kartoilla tarkoituksenmukaisessa mittakaavassa (esimerkiksi 1:20000) ja tulostuspaikoittain. Tulostuspaikat valitaan niin, että tulokset palvelevat pelastustoiminnan suunnittelua (esim. sillat ja merkittävät vahinkokohteet).

Vahingonvaaraselvityksen tuloksina tulee esittää (koskee soveltuvin osin jäte- ja kaivospatoja sekä tapauksia, joissa ei ole varsinaisia tulva-aaltolaskelmia):

- selvitysmenetelmän yksilöinti ja tulosten lukuohje
- selvityksessä käytetyt lähtötiedot, kuten murtumaa edeltävä vesitilanne virtaamien osalta, käytetty topografiatieto (lähteet, resoluutio, tarkkuus, aineistojen yhdistäminen, tehdyt oletukset), mahdolliset virtausmalliin tehdyt virtausta ohjaavat ja rajoittavat rakenteet (esim. taiteviivat tai vesirakenteet) sekä karkeuskertoimet numeerisesti esitettyinä eri sortumatapausten vertailun yhteenveto, jossa on esitetty taulukossa kunkin sortumatapausten
 - sortuma-aukon sivujen kaltevuus ja pohjan lopullinen korkeus ja leveys
 - sortuma-aika
 - altaan vedenpinnan korkeus sortuman alkaessa
 - sortumatyyppi (sisäinen eroosio, ylivirtaus, tahallinen vahingonteko)
 - huippuvirtaama
 - aikaan sidottu virtaama sortuma-aukosta eri sortumavaihtoehdoissa (virtaamahydrografi)

- soveltuvin ja kohtuullisesti selvitettävissä olevin osin arvio käytetyn virtausmallin ja valittujen muuttujien herkkyydestä ja vaikutuksista tuloksiin (esim. karkeuskertoimet, laskennan aika-askel, malligeometrian ominaisuudet)
- kunkin selvitetyn tulvatapauksen tiedot tulvan etenemisestä, vedensyvyydestä ja virtausnopeuksista taulukkoina ja karttapiirroksina (ks. alla tarkempi ohje). Tulosten esittäminen on harkittava tapauskohtaisesti niin, että se palvelee mahdollisimman hyvin pelastustoiminnan suunnittelua vahinkojen vähentämiseksi.
- esitys padon luokaksi.

Vahinkokohdetiedot

Vahinkoarviot voidaan esittää taulukkomuodossa. Mikäli vahinkokohteita on paljon, voidaan niitä ryhmittää käsittelyn selkeyttämiseksi.

Taulukossa esitetään vahinkokohteittain ainakin:

- tiedot ihmisistä (pysyvästi asuvat tai kohteessa oleskelevat)
- * infrastruktuuri
- * omaisuus
- * ympäristö
- korkeustaso, jolla vahinkoja alkaa muodostua
- tulvan saapumisaika
- tulvan suurin korkeus
- suurin virtausnopeus vahinkokohteen kohdalla, jos saatavissa.

Vahinkokohteiden osalta merkitään kohteiden korkeustasot sekä vedenkorkeudet ja mahdollisuuksien mukaan virtausnopeudet. Lisäksi esitetään tarvittaessa vahinkokohdetiedon avulla euromääräinen arvio kokonaisvahingoista.

Jäte- ja kaivospatosortuman vahingonvaaraselvityksessä esitetään soveltuvin osin yllä kuvatut kohdat sekä:

- peruskartalla jätteen leviämispirroksessa mahdollisessa sortumassa ja leviämisalueen riskikohteet
- arvio padon sortuessa jätemateriaalista välittömästi aiheutuvasta vaarasta ihmishengelle, terveydelle, ympäristölle ja omaisuudelle
- kuvaus patosortumassa ympäristöön huuhtoutuvasta jätteestä ja haitallisista/vaarallisista aineista, aineiden kulkeutuminen ja leviäminen sekä mahdolliset altistujat
- arvio ympäristöön leviävien haitallisten tai vaarallisten aineiden terveys- ja ympäristövaikutuksista sekä vaikutuksen kestosta eri sortumareittien mukaan:
 - vesistöihin ja niiden valuma-alueisiin
 - pohjavesiin ja niiden muodostumisalueisiin
 - vedenottamoihin ja talouskaivoihin
 - maankäyttöön, kuten asutus-, maatalous- ja virkistysalueisiin
 - alueen kasvillisuuteen ja eläimistöön.

Patosortuman tulva-aaltolaskelmien tuloksista esitetään taulukoilla ja kartoilla tarpeellisin osin seuraavat tiedot:

Tulvakartat

- patosortuman tulvan suurin peittävyys (patosortuman tulvavaarakartta), kuva 1
- em. kartalla tai erikseen tulvan peittävyys 0,5, 1, 2 ja 3 tunnin kuluttua sortumasta. (Mikäli on tarvetta, esitetään tulvan peittävyys myös esimerkiksi 4, 6, 9 ja 12 tunnin kuluttua sortumasta. Kartoilla esitettävät ajankohdat on kuitenkin harkittava tapauskohtaisesti pitäen mielessä pelastustoiminnan ja vahinkojen vähentämiseen tähtäävän toiminnan tarpeet.)

- suurimmat vedensyvyydet alueina sopivasti jaoteltuna (esimerkiksi syvyydet 0-0,5 m, 0,5-1 m, 1-2 m, 2-3 m ja > 3 m)
- valittujen tulostuspaikkojen sijainti ja tunnusnumero
- tulvan saapumisen sekä ylimmän vedenkorkeuden ajankohta tunteina sortumasta lukien sekä ylin vedenkorkeus kunkin merkityn tulostuspaikan kohdalla.

Mikäli virtauslaskenta on tehty 2-dimensionaalisella virtausmallilla, liitetään selvitykseen mukaan lisäksi kartat, joilla on esitetty:

- suurimmat virtausnopeudet alueina sopivasti jaoteltuna (esimerkiksi nopeudet 0-1 m/s, 1-2 m/s, 2-3 m/s ja > 3 m/s)
- veden syvyydestä ja virtausnopeudesta johdettu vahinkoparametri vd (virtausnopeuden ja vedensyvyyden tulo) alueina sopivasti jaoteltuna (esimerkiksi arvot < 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 1,0; 1,0 - 3,0; 3,0 - 7,0; >7,0).

Tulvatiedot

Valittujen tulostuspaikkojen tulvatiedot tulee esittää taulukkoina seuraavasti:

- kunkin tulostuspaikan vedenkorkeus (W), virtaama (Q) ja virtausnopeus (v) (2D-tulvalaskenta) eri ajanhetkinä tulvan aikana
- yhteenvetotaulukko, johon on merkitty kunkin tulostuspaikan
 - lähtövirtaama [m^3/s] ennen tulvan alkamista (1D-laskenta)
 - ylivirtaama [m^3/s] (1D-laskenta)
 - ylivirtaaman tapahtumisaika tunteina sortumahetkestä (1D-laskenta)
 - lähtövedenkorkeus [$+m$] ennen tulvan alkua
 - ylivedenkorkeus [$+m$]
 - ylivedenkorkeuden saavuttamisaika tunteina sortumahetkestä
 - tulvaveden suurin nousukorkeus [m] uoman kohdalla eli ylivedenkorkeuden ja lähtövedenkorkeuden erotus
 - maksimivirtausnopeudet [m/s] (2D-laskenta).

Edellä mainitut taulukoidut tulvatiedot tulee liittää tulvakartan yhteyteen niin, että kutakin poikkileikkausta koskevat tulvatiedot ovat helposti luettavissa.

Vahinkoparametri vd

Virtaavan veden aiheuttamaa vahinkoa rakennuksille ja ihmishengelle voidaan arvioida esimerkiksi taulukoissa 1 ja 2 esitettyjen vahinkoparametrin vd arvojen perusteella (Karvonen et. al, 2001). Rakennusten vahinkoihin vaikuttaa lähinnä rakennusmateriaali. Ihmisen selviytymiseen virtaavassa vedessä (ts. ei liikkeellelähtöä) vaikuttavat henkilön paino-pituus -tekijä (hm) sekä olosuhteet.

Taulukko 1. Suomalaisille taloille soveltuvat vahinkoparametrin vd arvot arvioitaessa virtaavan veden aiheuttamaa vahinkoa rakenteille.

Talotyyppi	Osittainen tuho	Täydellinen tuho
Puurakenteinen		
ankkuroimaton	$vd \geq 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$vd \geq 3 \text{ m}^2/\text{s}$
ankkuroitu	$vd \geq 3 \text{ m}^2/\text{s}$	$vd \geq 7 \text{ m}^2/\text{s}$
Kivitalo (tiili, betoni)	$v \geq 2 \text{ m/s}$ ja $vd \geq 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$v \geq 2 \text{ m/s}$ ja $vd \geq 7 \text{ m}^2/\text{s}$

Taulukko 2. Olosuhteista riippuvat vahinkoparametrin vd arvot, joita voidaan käyttää arvioitaessa aikuisen ihmisen selviytymistä virtaavassa vedessä. Tekijä hm saadaan kertomalla ihmisen pituus [m] ja massa [kg] keskenään.

Olosuhteet	Ei liikkeellelääntöä
Hyvät olosuhteet	$vd \leq 0,006hm + 0,3$
Normaalit olosuhteet	$vd \leq 0,004hm + 0,2$
Huonot olosuhteet	$vd \leq 0,002hm + 0,1$

Olosuhteita arvioitaessa tulee heikentävinä tekijöinä huomioida

- pohjan epätasaisuus, liukkaus ja esteellisyys
- virtaavan veden alhainen lämpötila, huono näkyvyys ja kelluvat kappaleet sekä jää
- henkilön lisäkuormat, vammat ja ikä
- huono valaistus.

Liite 16 Patosortuman aiheuttaman ihmishenkien menetyksen arviointimenetelmä

Seuraavassa esitetty perustuu Grahamin (1999) julkaisuun A Procedure for Estimating Loss of Life Caused by Dam Failure. Teksti on tehty konsulttityönä (Laasonen 2009).

Yhdysvalloissa vuosien 1960–1998 pato-onnettomuuksissa menehtyi 300 ihmistä. 88 % ihmisistä menehtyi alle 15 metriä korkeiden patojen onnettomuuksissa. Useimmat patosortumat eivät kuitenkaan ole aiheuttaneet ihmishenkien menetyksiä. Vuosien 1985–1994 välisenä aikana oli yli 400 patosortumaa, joissa menehtyi vain 10 henkilöä. Useimmat sortuneista padoista olivat pieniä. Puolet henkilömenetyksistä tapahtui alle 5 km:n ja 99 % alle 24 km:n päässä padosta.

Useat tekijät vaikuttavat ihmishenkien menetysten lukumäärään:

- patosortuman tyyppi (tulvan aiheuttama ylivirtaus, sisäinen eroosio)
- vaarassa olevien ihmisten lukumäärä ja rakenne (ikä, terveys, jne.)
- hälytykseen kuluva aika, tilanteen vakavuuden ymmärtämiseen kuluva aika, evakuoitumiseen kuluva aika
- virtausnopeus ja vesisyvyys tulva-alueilla
- vuorokauden ajankohta (päivä/yö), viikonpäivä (arkipäivä/viikonloppu), vuodenaika
- sää
- pelastustoimenpiteet (hälytys, evakuointi).

Tärkeimmät kuolonuhrien lukumäärään vaikuttavat tekijät ovat 1) vaarassa olevien ihmisten lukumäärä, 2) alueella olevien ihmisten varoittamisen/hälyttämisen onnistuminen sekä 3) sortuma-aallon voimakkuus. Poikkeuksetta korkein kuolleisuus on ollut pato-onnettomuuksissa, joissa rakennukset ovat tuhoutuneet ja hälytystä ei ole annettu riittävän ajoissa.

Grahamin menetelmässä on kolme muuttujaa: sortuma-aallon ankaruus/voimakkuus, hälytysaika sekä sortuma-aallon ankaruuden ymmärtäminen.

Sortuma-aallon ankaruus on jaoteltu kolmeen kategoriaan:

- *“Erittäin ankara”* sortuma-aalto pyyhkäisee alueen puhtaaksi eikä mitään jää paikalleen.
- *“Keskimääräisen ankara”* sortuma-aalto tuhoaa rakennukset, mutta tuhoutuneet rakennukset ja puut antavat ihmisille suojautumismahdollisuuden.
- *“Alhaisen ankara”* sortuma-aalto ei pyyhkäise rakennuksia perustuksiltaan.

Hälytysaika on myös jaoteltu kolmeen kategoriaan:

- *“Ei hälytystä”*: tulva-alueelle ei ole annettu hälytystä ennen sortuma-aallon saapumista.
- *“Jonkinlainen hälytys”*: tulva-alueelle on annettu hälytys 15-60 minuuttia ennen sortuma-aallon saapumista.
- *“Riittävä hälytys”*: tulva-alueelle on annettu hälytys yli 60 minuuttia ennen sortuma-aallon saapumista.

Sortuma-aallon ankaruuden ymmärtäminen on kolmas tekijä, jolla on vaikutusta kuolleisuuteen. Suhteellinen tietoisuus sortuma-aallon ankaruudesta on etäisyyden ja ajan funktio. Padosta kauempana olevilla on suuremmat mahdollisuudet saada tarkkaa tietoa tilanteen vakavuudesta. Tekijä on jaoteltu kahteen kategoriaan:

- *“Epäselvä käsitys”*: varoituksen tai hälytyksen antaneella henkilöllä on rajallinen käsitys pato-onnettomuudesta (ei ole tietoa patosortuman laajuudesta, tulva-alueista, jne.).
- *“Täsmällinen käsitys”*: varoituksen tai hälytyksen antaneella henkilöllä on selvä käsitys pato-onnettomuudesta esim. havaintojen perusteella.

Taulukko 1 esittää Grahamin menetelmän ohjeavot. Menetelmä perustuu 40 tulvatilanteen havaintoihin, joista useassa tapauksessa patosortuma oli aiheuttanut tulvan. Menetelmä sisältää useita epävarmuustekijöitä kuten sortuman syy, sortuma-ajankohta, hälytysajat. Taulukko ei kata kaikkia tapauksia, koska kertoimien määrittämiseen on ollut käytössä vain yksi havainto. Taulukkoa voidaan käyttää suuntaa antavana ja arvoja joudutaan muokkaamaan tapauskohtaisesti. Laskennalle tulee tehdä herkkyystarkastelu.

Taulukko 1. Grahamin (1999) suosittelemat kertoimet ihmishenkien menetyksille pato-onnettomuuksissa.

Sortuma-aallon ankaruus	Hälytysaika	Sortuma-aallon ankaruuden ymmärtäminen	Kuolleisuusaste (%-osuus vaaravyöhykkeellä olevista ihmisistä)	
			Suositteltu	Vaihteluväli
Erittäin ankara	Ei hälytystä	Ei sovellu	76 %	30 - 100 %
	15 - 60 min ("Jonkinlainen hälytys")	Epäselvä	Menetelmässä ei ole annettu ohjeistoja, kuinka paljon ihmisiä jää tulva-alueelle.	
		Täsmällinen		
	Yli 60 min ("Riittävä hälytys")	Epäselvä		
Täsmällinen				
Keskimääräinen	Ei hälytystä	Ei sovellu	14 %	2 - 43 %
	15 - 60 min	Epäselvä	1,4 %	Vain yksi tapaus
		Täsmällinen	1 %	Vain yksi tapaus
	Yli 60 min	Epäselvä	5 %	Vain yksi tapaus
Täsmällinen		3,5 %	0 - 8 %	
Alhainen	Ei hälytystä	Ei sovellu	0,7 %	0 - 2,5 %
	15 - 60 min	Epäselvä	0,95 %	0,7 - 1,2 %
		Täsmällinen	0 %	Vain yksi tapaus
	Yli 60 min	Epäselvä	Ei tapauksia	
Täsmällinen		0,03 %	0 - 0,2 %	

Liite 17 Padon riskianalyysistä

Yleistä

Tämän liitteen teksti pohjautuu konsulttityöhön (Laasonen 2009). Tässä liitteessä on käsitelty riskin arviointimenetelmiä sekä arvioitu menetelmien käyttökelpoisuutta padon omistajan kannalta.

Tapahtuman onnettomuusriski (R) on todennäköisyyden (P) ja onnettomuuden haitallisten vaikutusten (C) tulo, kaavalla $R=P \times C$.

Todennäköisyys kuvaa tulevaisuutta ja sen määrittämiseen voidaan käyttää toistumistiheyttä ja todellisia tapahtumia. Todennäköisyys ilmaistaan vuosittaisena todennäköisyytenä.

Riskianalyysiä on perinteisesti käytetty lentokone- ja ydinvoimateollisuudessa. Esimerkiksi IATAn (International Air Transport Association) tilastoissa oli rekisteröitynä 18 000 lentokonetta (1998). Tilastollinen tietokanta sisältää noin 162 000 yhtenäisen rakenteellisen elementin tilastot lähes homogeenisessa kuormitustilanteessa, jotka perustuvat 33 miljoonaan vuosittaiseen lentotuntiin ja 16 000 vuosittaiseen lentokoneen nousuun (Kreuzer, 2000).

Patoturvallisuudessa riskianalyysiä on alettu käyttää laajemmalti 1990-luvulla. Vuonna 1994 Australian kansallinen suurpatokomitea (ANCOLD) julkaisi ohjeet riskien arvioinnista (Guidelines on Risk Assessment). Vuonna 1997 Trondheimissä pidettiin Hydropower '97-konferenssi, jonka yhtenä teemana oli patoturvallisuus ja riskianalyysi (Broch et al, 1997). Vuonna 2000 ICOLDin Pekingin kongressissa käsiteltiin riskianalyysin käyttöä patoturvallisuuden päätöksenteossa ja hallinnassa (Question 76: The use of risk analysis to support damsafety decisions and management). Suomessa riskianalyysiä on tarkasteltu mm. Suomen ympäristökeskuksen koordinoiman RESCDAM-projektin yhteydessä (2001).

Vuoteen 1996 asti lähes kaikki patojen riskien arvioinnit perustuivat todennäköisyysmenetelmiin. Tällöin otettiin käyttöön kvalitatiiviset menetelmät kuten vika- ja vaikutusanalyysi ja puolittain kvantitatiiviset menetelmät kuten tapahtuma- ja vikapuuanalyysit, (Thukral, 2001 ja Hartford & Baecher, 2004).

ICOLDin (International Commission on Large Dams) Bulletin 99 "Dam failures. Statistical analysis" (1995) luettelee 176 suurten patojen sortumatapausta. Pato-onnettomuuksien määrä on vähentynyt huomattavasti viimeisten neljän vuosikymmenen aikana. Vuoteen 1950 mennessä oli rakennettu 5 268 suurta patoa, joista sortui 117 kappaletta. Vuosina 1951–1986 rakennettiin 12 318 suurta patoa, joista sortui vain 59 patoa. Tilastoissa ei ole mukana Kiinan pato-onnettomuuksia. 70 % pato-onnettomuuksista on tapahtunut käyttöönoton jälkeisinä kymmenen vuoden aikana ja 45 % ensimmäisen vuoden aikana. Yleisin syy patosortumaan on ollut ylivirtaus, puolet maapatojen onnettomuuksista on tapahtunut ylivirtauksen johdosta. Patorakenteen läpi tai perustusten kautta tapahtunut sisäinen eroosio on ollut myös merkittävä patosortuman syy.

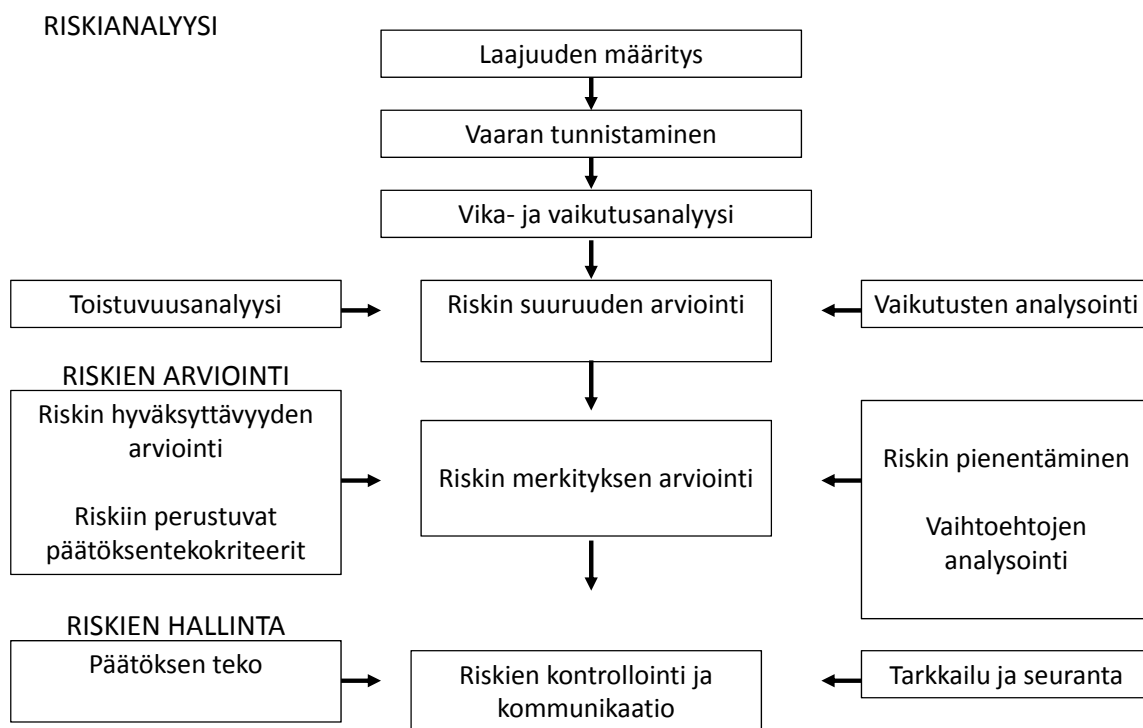
USCOLD (1975 ja 1988) on tarkastellut Yhdysvalloissa tapahtuneita patosortumia ja -onnettomuuksia. Raportissa on 516 tapahtumaa padoilla. Tapahtumat on jaettu patosortumiin, pato-onnettomuuksiin, rakentamisen aikaisiin vaurioihin sekä suuriin korjaustöihin. Patosortumat on jaoteltu kahteen luokkaan: sortuman jälkeen pato on ollut korjauskelvoton (F1) tai se on voitu ottaa käyttöön korjauksen jälkeen (F2). Pato-onnettomuudet on jaoteltu neljään luokkaan, joista pato-onnettomuusluokassa A1 patosortuma on voitu välttää välittömällä toimenpiteillä kuten esim. altaan vedenpinnan alentamisella. Vakavia pato-onnettomuustapahtumia (luokat F1, F2 ja A1) on ollut 229 kappaletta. Padon ylivirtaus ja tulva-aukkojen aiheuttamat ongelmat ovat olleet syynä 38 % tapauksista ja sisäinen eroosio noin 20 % tapauksista.

Iso-Britanniassa on noin 2 700 patoa, joista maapatoja on noin 2 100. Pato-onnettomuustapahtumat on kerätty tietokantaan. Ennen vuotta 1975 yli 5 vuotta toiminnassa olleilla padoilla tapahtui 13 patosortumaa ja 58 vakavaa onnettomuustapahtumaa, joissa tarvittiin nopea altaan vedenpinnan alentaminen. Vuosina 1975–2001 on tapahtunut 13 vakavaa onnettomuustapahtumaa. Tärkein syy patosortumiin ja vakaviin pato-onnettomuuksiin on ollut sisäinen eroosio, noin 58,3 % tapauksista (Defra, 2002).

Patorakenteet (osat) eivät ole yhtenäisiä rakenteellisia elementtejä kuten lentokoneiteollisuudessa. Kuormitustilanteet voivat vaihdella huomattavasti. Pelkästään yksittäisen padon pohjaolosuhteet voivat olla epähomogeeniset. Maapadon osien materiaalien ominaisuudet vaihtelevat ja siihen vaikuttavat mm. maa-aineksen otto- paikka, tiivistystapa ja työn laatu sekä myös rakennusteknologian kehittyminen. Lisäksi patojen ikääntyminen heikentää padon kuntoa. Edellä mainitun perustella patosortuman todennäköisyyttä ei voida arvioida luotettavasti esimerkiksi edellä mainittujen pato-onnettomuustilastojen perusteella.

Lähestymistapoja patoriskin arvioimiseksi

Riskien hallintaa voidaan kuvata kaaviolla, kuva 1. Riskien hallinta (risk management) sisältää riskianalyysin (risk analysis) ja riskien arvioinnin (risk assessment). Riskianalyysin avulla selvitetään mitä padosta tiedetään ja mitä epävarmuustekijöitä siinä on. Riskin hyväksyttävyyden tulee arvioida. Ainoastaan muutamat valtiot kuten Yhdysvallat ja Australia ovat ohjeistaneet ja antaneet arvoja riskin hyväksyttävyydelle.



Kuva 1. Riskien hallinta (Rettemeier et al, 2000).

Riskianalyysi voi olla kvalitatiivinen tai kvantitatiivinen. Kvalitatiiviset menetelmät eivät kuvaa epävarmuutta matemaattisesti todennäköisyyksien perusteella vaan vikaantumista arvioidaan teknillisten tietojen ja tapahtumaketjujen avulla vika- ja vaikutusanalyysissä ja mahdollisesti järjestetään riskin mukaiseen järjestykseen kriittisyyden perusteella. Kvantitatiivisiä menetelmiä on mm. Monte Carlo -simulaatio sekä matemaattisen kuvauksen omaavat muodolliset menetelmät kuten tapahtumapuu- ja vikapuumallit.

Seuraavassa on kuvattu vika- ja vaikutusanalyysi sekä tapahtumapuu-analyysi.

Vika- ja vaikutusanalyysi

Vika- ja vaikutusanalyysissä pato (järjestelmä) jaetaan suunnitelmien mukaisiin yhtenäisiin osiin ja osat komponentteihin. Patojen komponenttien vikaantumista ja vaikutuksia tarkastellaan yksittäisinä kohteina fysikaalisten perusteiden mukaisesti. Komponentin tarkastelu vaatii loogisen mallin rakentamisen. Mallissa on kaksi tasoa, joista toinen on patojärjestelmän kuvaus sisältäen komponentit ja niiden keskinäiset vaikutukset sekä toinen komponentin vikaantumismekanismiin.

Vika- ja vaikutusanalyysi voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin:

- järjestelmän ymmärtäminen ja sen jakaminen osiin ja komponentteihin
- komponenttien yksityiskohtien selvittäminen
- perusosien vikaantuminen ja vaikutukset.

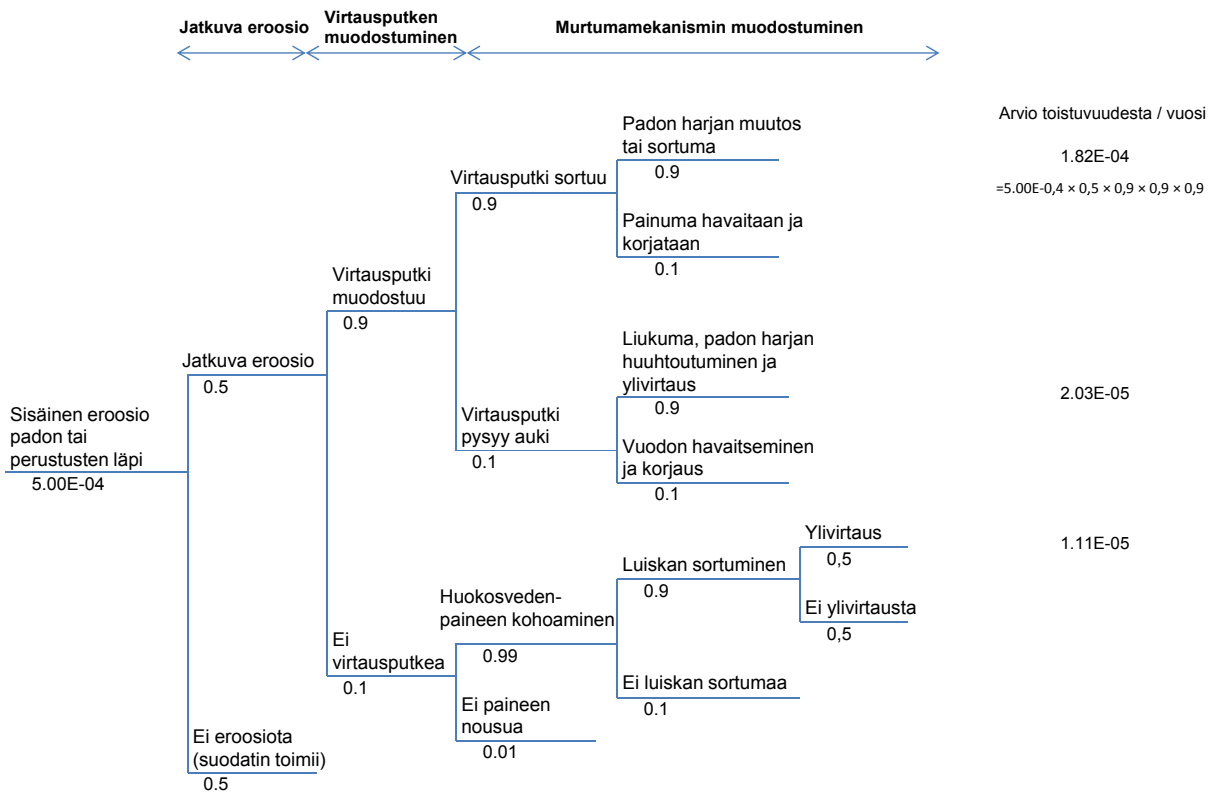
Vikaantumisella kuvataan kuinka padon osa tai sen komponentti menettää toimintakykynsä. Esimerkkinä tarkastellaan maapatoa ylivirtauksen tapahtuessa. Ylivirtauksen alkaessa kuivassa luiskassa oleva ruohikko vastustaa virtausta ja hidastaa murtumistapahtumaa, mutta patoa ei ole suunniteltu ylivirtauksen kestäväksi. Virtauksen voimistuessa maapato alkaa syöpyä padon juuresta ja eroosio etenee padon juuresta ylävirtaan. Tukipenkereet

syöpyvät ja eroosio etenee tiivistyssydämeen. Ponttiseinämän murtumamekanismiksi on oletettu, että kuivalla puolella oleva maa-aines huuhtoutuu pontin takaa ja ponttiseinä murtuu maanpaineen vaikutuksesta. Lopulta myös märän luiskan tukipenger huuhtoutuu ja lopullisena tapahtumana on patosortuma. Vastaavasti voidaan tarkastella esim. ponttiseinän ja injektointiverhon rikkoutumisen vaikutusta sekä tiivistyssydämen ja tukipenkeen/pohjamoreenin välistä suototilaa.

Tapahtumapuu-analyysi

Tapahtumapuu-analyysin avulla voidaan määrittellä tapahtuman seuraukset ja arvioida myös todennäköisyys.

Esimerkkinä on sisäisestä eroosiosta aiheutuvan sortuman todennäköisyyden määrittäminen kuvassa 2. Esimerkki-tapauksessa padon sisäisen eroosion todennäköisyydeksi on valittu 5×10^{-4} , joka on tapahtumapuun todennäköisyyslaskennan lähtöarvo. Tapahtumapuu on muodostettu sisäisen eroosion neljälle vaiheelle. On huomattava, että kuvassa esitetään vain periaatteellinen esimerkki tapahtumapuuanalyysistä eivätkä kuvan todennäköisyyksien numeroarvot ole todellisia. On myös huomattava, että nykytietämyksen mukaan sisäisen eroosion todennäköisyyttä ei pystytä laskemaan.



Kuva 2. Esimerkki sisäisen eroosion tapahtumapuu-analyysistä.

Menetelmien käyttömahdollisuuksista

Riskin perustuvien menetelmien etuina ovat järjestelmällisyys ja loogisuus, joka helpottaa vanhojen patojen patoturvallisuusselvityksien tekemistä. Padon osien teknillisten tietojen dokumentaatio ja tarvittavien lisätutkimusten tarve voidaan tarkistaa vika- ja vaikutusanalyysin avulla.

Padon murtumismekanismeja tarkasteltaessa voidaan tutkia erilaisten korjaustoimenpiteiden vaikutusta patomurtuman pysäyttämiseksi sekä padon instrumentointitarvetta.

Padon omistaja voi käyttää menetelmiä patoriskin arvioimiseen. Arvio voidaan tehdä joko ihmishenkien menetyksen perusteella (ihmishenkien menetykset/vuosi) tai ottamalla huomioon taloudelliset menetykset ja ympäristövahingot (euroa/vuosi). Todennäköisyyksien määrittäminen on epävarmaa ja padon omistaja voi käyttää omaa luokitusjärjestelmää, joka voi perustua esimerkiksi padosta tehtyihin selvityksiin, tutkimuksiin ja patotarkastusten havaintoihin. Padot voidaan järjestää riskin mukaiseen järjestykseen.

Patokorjaukset voidaan priorisoida riskien arvioinnin perusteella, jolloin ensimmäiseksi toteutetaan kokonaisriskiä eniten pienentävä investointi. Menetelmää voidaan käyttää myös kunnossapitotöiden priorisoinnissa. Pelkästään riskien arvioinnin tuloksia tarkastelemalla saatetaan investoinnit ohjata pato-onnettomuusvaikutuksiltaan suurimman padon korjaukseen ja parannukseen. Tällöin esimerkiksi voi olla, että suuren vaikutusluokan omaavan padon erittäin vähäinen todennäköisyyden parantaminen pienentää kokonaisriskiä enemmän kuin vaikutuksiltaan pienemmän padon huomattava patokorjaus.

Yhteenveto

ICOLD (2005) määrittelee riskien arvioinnin "riskien tärkeyden tutkimisen ja päättämisen prosessiksi". Riskien arviointi tuottaa tietoa päätöksentekoprosessiin. Riskin arviointi ei ole kuitenkaan helppoa. Hyväksyttävyyden ja siedettävän riskin välistä suhdetta joudutaan tarkastelemaan päätöksenteossa.

Absoluuttista patoturvallisuutta ei voida taata, joten yleisesti riskien hallinnassa tavoitteena on nk. ALARP-periaate (as low as reasonably practicable). ALARP-periaatteen määrittämisessä arvioidaan riskin pienentämisen lisäkustannuksia suhteessa saavutettuun riskin vähentämiseen (ICOLD, 2005).

Riskien arviointimenetelmät ovat vielä kehittymässä, eikä patosortuman absoluuttista todennäköisyyttä pystytä luotettavasti määrittämään. Riskien arviointi on looginen ja järjestelmällinen tapa arvioida patoturvallisuutta. Riskien arviointimenetelmiä tulisi käyttää muiden menetelmien rinnalla.

Menetelmiä voidaan käyttää padon omistajan patoriskin arvioimiseen. Patokorjaukset ja kunnossapitotyöt voidaan priorisoida riskien arvioinnin perusteella. Menetelmän haittapuolena voi olla, että investoinnit ohjataan pato-onnettomuusvaikutuksiltaan suurimman padon parannustoimenpiteisiin.

Padon osan murtumismekanismeja tarkastelemalla voidaan tutkia myös korjaustoimenpiteiden vaikutusta patomurtuman pysäyttämiseksi sekä padon instrumentointitarvetta.

Liite 18 Käsiteluettelo selityksineen

ASIAKIRJOJA

Toteutuma-asiakirjat	Padon toteutuma-asiakirjat ovat padon kelpoisuuden selvittämiseksi ja padon kunnossapidossa tarvittavia keskeisiä suunnittelu- ja rakentamisasiakirjoja.
Patoturvallisuuskansio	Patoturvallisuuskansio on asiakirjakokoelma, johon tulee koota patoturvallisuuden kannalta merkityksellinen aineisto. Valtaosa turvallisuuskansion sisällöstä saadaan tulosteina patoturvallisuusvalvonnan tietojärjestelmästä.
Tarkkailuohjelma	Padon tarkkailuohjelma on asiakirja, johon on kirjattu miten kaikkia patoturvallisuuteen vaikuttavia seikkoja on tarkkailtava ja määräjain tarkastettava.
Selostus vahingonvaarasta	Selostuksessa vahingonvaarasta selostetaan tarpeellisessa määrin padosta aiheutuva vahingonvaara ja sen vaikutusta padon mitoitusperusteisiin. Selostuksen perusteella patoturvallisuusviranomaisen voi arvioida padon luokan.
Vahingonvaaraselvitys	Vahingonvaaraselvitys on PTL 9 §:n mukaista selostusta tarkempi selvitys padosta ihmisille ja omaisuudelle sekä ympäristölle aiheutuvasta vahingonvaarasta. Selvityksen laatii 1-luokan padon omistaja. Patoturvallisuusviranomaisen voi päättää, että selvitys on tehtävä muustakin kuin 1-luokan padosta, jos se on tarpeen luokittelun tai luokan muuttamisen arvioinnin takia.
Padon turvallisuus-suunnitelma	1-luokan padon omistajan tulee laatia ja pitää ajan tasalla turvallisuussuunnitelma, jossa esitetään padon omistajan omatoiminen varautuminen ja toiminta onnettomuus- ja häiriötilanteissa.

RAKENTEELLISIA KÄSITTEITÄ

Padon korkeus	Vesistöpadon korkeus lasketaan padon ulkopuolisen maanpinnan ja HW-tason välisenä korkeuserona. Tulvapenkereen ja pohjapadon korkeus lasketaan tästä poiketen patorakennelman ulkorajan alimman kohdan ja padon harjan välisenä korkeuserona.
Pohjapato	Pohjapato on pato, jonka harjan yli vesi on tarkoitettu virtaamaan.
Kuivavara	Padon kuivavara on padotun aineen ylimmän tarkoitetun korkeustason (HW) ja padon harjan välinen korkeusero.
Turvavara	Padon turvavara on padon tiivistysosan yläpinnan ja HW-tason välinen korkeusero. Rikastushiekka-altailta vapaan veden ylimmän tason sekä tiivistysosan yläpinnan alimman kohdan korkeusero.

TURVALLISUUSTARKKAILUN KÄSITTEITÄ

Käyttöönottotarkastus	Käyttöönottotarkastus on maastotarkastus, joka suoritetaan uusilla padoilla ennen padotettavan aineen noston aloittamista ja vanhoilla padoilla merkittävi- en muutos- ja korjaustöiden jälkeen. Käyttöönottotarkastus on yksi osa padon käyttöönottoprosessia. Käyttöönottotarkastuksessa selvitetään, onko pato tur- vallista ottaa käyttöön. Käyttöönottotarkastus voi olla vaiheittainen.
Määräaikaistarkastus	Määräaikaistarkastus on tehtävä luokitelluille 1-, 2- ja 3-luokan padoille ker- ran viidessä vuodessa tai tarvittaessa useamminkin. Tarkastuksessa selvite- tään padon kunto ja turvallisuus ja tarkastuksessa on oltava mukana PTL 6 §:n mukaiset pätevyysvaatimukset täyttävä asiantuntija. Padon omistaja järjestää määräaikaistarkastuksen, johon patoturvallisuusviranomaisella ja pelastusvi- ranomaisella on oikeus osallistua. Padon omistajan on annettava 1- ja 2-luo- kan padon määräaikaistarkastuksesta laadittu raportti tiedoksi patoturvallisuus- viranomaiselle.
Vuositarkastus	Padon omistajan on tarkastettava 1- ja 2-luokan padon kunto ja turvallisuus kerran vuodessa. Vuositarkastuksessa selvitetään rakenteiden ja laitteiden kunnan ja toiminnan säilyminen. Padon omistajan on annettava 1-luokan pa- don vuositarkastuksesta laadittu raportti tiedoksi patoturvallisuusviranomaisel- le.
Tarkkailu	Tarkkailu on jatkuvaa tarkkailuohjelman mukaista padon kunnan ja toimivuuden seurantaa.

HYDROLOGISIA KÄSITTEITÄ

Koko yläpuolinen valuma-alue	Valuma-alue on alue, jolta pinta- ja pohjavedet laskevat tiettyyn järveen tai uo- man kohtaan. Vesi on peräisin vesisateesta ja lumen sulamisesta. Vesi tulee maastosta pinta- ja pohjavesivaluntana sekä sateena suoraan järveen. Pinta- alana esitetään padon koko yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala vähentämättä padon omaa lähivaluma-aluetta. Järvisyys on vesipinta-alan prosenttiosuus koko valuma-alueesta.
Oma lähivaluma-alue	Oma lähivaluma-alue on se alue, jolta tulevan virtaaman suuruuteen ei pystytä vaikuttamaan. Lähivaluma-alue sisältää myös altaan oman pinta-alan.

Ylivesi, HW	Ylivesi on tietyn aikajakson ylin vedenkorkeus. Yleensä sillä tarkoitetaan yhden vuorokauden aikana esiintyvää ylivedenkorkeutta (joko vrk-keskiarvoa tai kerran vuorokaudessa havaittua). Vedenkorkeusarvon lisäksi on syytä ilmoittaa se aikajakso, jonka aikana tehtyihin havaintoihin vedenkorkeusarvo perustuu, esim. $HW_{1970\dots 2006} = + 58,63$. Tämä tarkoittaa, että vesi on ollut ylimmillään tasossa +58,63 vuosina 1970–2006.
Jätepadon ylivesi	Jätepadon ylivedellä tarkoitetaan vapaan veden yläpinnan tasoa. Esim. rikastushiekka-altaalla rikastushiekan pinta voi olla korkeammalla kuin vapaan veden yläpinta.
Keskiylivesi, MHW	Keskiylivesi on tietyn ajanjakson vuotuisten ylimpien vedenkorkeuksien keskiarvo.
Keskivesi, MW	Keskivesi on tietyn ajanjakson vedenkorkeuksien keskiarvo.
Alivesi, NW	Alivesi on tietyn aikajakson alin vedenkorkeus. Yleensä sillä tarkoitetaan yhden vuorokauden aikana esiintyvää alivedenkorkeutta. Vedenkorkeusarvon lisäksi on syytä ilmoittaa se aikajakso, jonka aikana tehtyihin havaintoihin vedenkorkeusarvo perustuu, esim. $NW_{1970\dots 2006} = + 55,44$. Tämä tarkoittaa, että vesi on ollut alimmillaan tasossa +55,44 vuosina 1970–2006.
Teknillinen NW	Teknillinen alivesi on alin rakenteellisesti mahdollinen vedenkorkeus.
Hätäylivesi, hätä-HW	Hätäylivesi on ylivedenkorkeus, jonka ylittäminen voi aiheuttaa muutoksia pato-rakenteissa.
Ylivirtaama, HQ	Ylivirtaama on tietyn aikajakson ylin virtaama. Yleensä sillä tarkoitetaan yhden vuorokauden aikana esiintyvää virtaamaa, mutta esim. HQ (5 vrk) tarkoittaa suurinta viiden peräkkäisen vuorokauden virtaamakeskiarvoa. Virtaama-arvon lisäksi on syytä ilmoittaa se aikajakso, jonka aikana tehtyihin havaintoihin ylivirtaama-arvo perustuu, esim. $150 \text{ m}^3/\text{s}$ (1970–2006). Jos tarkasteltava vesistökohta on järvi tai muu virtaamahuippuja vaimentava allas, käytetään usein käsitteitä HQ_{tulio} ja HQ_{meno} , joilla tarkoitetaan altaaseen tulevaa ja siitä lähtevää ylivirtaamaa.
Keskiylivirtaama MHQ	Keskiylivirtaama on tietyn ajanjakson eri vuosien suurimpien virtaamien keskiarvo. Virtaama on kohteesta riippuen joko mitattu tai laskemalla arvioitu.
Hydrografi	Mitoitustulva on tulovirtaaman aikakäyrä eli hydrografi. Mitoitusmenovirtaama ja vedenkorkeus ovat vastaavasti aikakäyriä.
Toistumisaika, toistuvuus, vuotuinen todennäköisyys	Toistumisaika (toistuvuus) on tilastollinen käsite, jolla tarkoitetaan esim. sitä aikajaksoa, jonka kuluessa ilmoitettu ylivirtaama-arvo keskimäärin kerran saavutetaan. Esim. ilmaisu " $HQ_{1/1000} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ " tarkoittaa, että keskimäärin kerran tuhatta vuodessa esiintyy vähintään $200 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruinen ylivirtaama. Asia voidaan ilmaista vuotuisena todennäköisyytenä eli todennäköisyys em. tapauksessa on 0,1 prosenttia.

Mitoitustulva	Vesistöpato mitoitetaan virtaamalle, joka aiheuttaa padolla suurimman juoksumäärän. Mitoitus esitetään tätä virtaamaa vastaavan tulvan (mitoitustulva) vuotuisena todennäköisyytenä tai toistuvuutena.
Tuloylivirtaama	Tuloylivirtaama on yläpuoliselta valuma-alueelta tulevan mitoitustulvan virtaaman maksimiarvo.
Mitoitusylivesi	Mitoitusylivesi on ylin mitoitustulvan aikana esiintyvä vedenkorkeus, kun padon koko purkauskyky on käytössä lukuun ottamatta voimalaitoksen koneistovirtaamia.
Mitoitusmenovirtaama	Mitoitusmenovirtaama on mitoitustulvan, altaan varastotilan ja tulva-aukkojen purkausyvyn mukaan laskettu padon menovirtaaman hydrografi altaan käyttötavasta määräytyvällä lähtövedenkorkeudella.
Menoylivirtaama	Menoylivirtaama on mitoitusmenovirtaaman maksimiarvo, yleensä mitoitusylivesiä vastaava menovirtaama.
MUITA KÄSITTEITÄ	
Työpato	Työpadolla tarkoitetaan väliaikaista patorakennetta. Työpadot kuuluvat patoturvallisuuslain piiriin ja niitä koskevat samat menettelyt kuin muitakin patoja.
Kuntoarvio	Kuntoarviolla tarkoitetaan padon omistajan tekemää selvitystä padon kunnosta, jonka patoturvallisuusviranomaisen voi määrätä tehtäväksi määräaikaistarkastuksessa. Kuntoarvio voi koskea koko patoa tai sen osaa.
Padon käytön turvajärjestelyt	Padon käytön turvajärjestelyillä tarkoitetaan järjestelyitä, jotka on toteutettu padon turvallisen käytön takaamiseksi. Tällaisia ovat mm. juoksumäärästä ilmoittavat varoitusäänet, turvakamerat patoalueella tai varallaolojärjestelmät. Turvajärjestelyt on toteutettava kaikille 1- ja 2-luokan padoille.
Pelivara-aika	Pelivara-aika on se aika, jonka kuluessa jokin häiriö tai vaurio voi johtaa vaaralliseen tilanteeseen.
Patoturvallisuusvalvonnan tietojärjestelmä	Patoturvallisuusvalvonnan tietojärjestelmä on Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämä tietojärjestelmä, josta löytyy ajantasainen tieto kaikista luokitelluista 1-, 2- ja 3-luokan padoista.
Pato-onnettomuus	Pato-onnettomuudella tarkoitetaan padon tai siihen kuuluvien laitteiden sellaista rikkoutumista tai käyttöhäiriötä, minkä seurauksena syntyy tai välittömästi uhkaa syntyä äkillinen ja vaarallinen padotun aineen ulosvirtaus.

Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 89/2012				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Eija Isomäki Timo Majjala Mikko Sulkakoski Timo Regina Milla Torkkel (Toim.)		Julkaisu-aika Marraskuu 2012 / päivitetty 12/2018		
		Kustantaja /Julkaisija Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja / toimeksiantaja Maa- ja metsätalousministeriö		
Julkaisun nimi Patoturvallisuusopas				
<p>Tiivistelmä Uusi patoturvallisuuslaki (494/2009) tuli voimaan 1.10.2009 ja valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta (319/2010) 5.5.2010. Tämä patoturvallisuusopas korvaa patoturvallisuusohjeet (MMM:n julkaisuja 7/1997), jotka poistuivat käytöstä 1.10.2009. Patoturvallisuusoppaassa esitetty ei ole padon omistajaa sitovaa, vaan oppaan tarkoitus on täydentää ja selventää esimerkein ja selostuksin laissa ja asetuksessa esitettyä.</p> <p>Oppaassa käsitellään padon suunnittelua kuten hydrologista mitoitusta ja padon teknisiä turvallisuusvaatimuksia, padon rakentamista ja käyttöönottoa sekä vahingonvaaraselvitystä, padon omistajan turvallisuussuunnitelmaa sekä padon kunnossapitoa, käyttöä, tarkkailua, vuosi- ja määräaikaistarkastuksia.</p> <p>Padot luokitellaan vahingonvaaran perusteella luokkiin 1, 2 ja 3. Luokittelua ei tarvitse kuitenkaan tehdä, jos patoturvallisuusviranomainen katsoo, että padosta ei aiheudu vaaraa. Jokaiselle luokitellulle padolle on padon omistajan laadittava tarkkailuohjelma, jonka patoturvallisuusviranomainen hyväksyy päätöksellään. Padosta aiheutuvan vahingonvaaran selvittämiseksi 1-luokan padon omistajan on laadittava vahingonvaaraselvitys padosta ihmisille, omaisuudelle ja ympäristölle aiheutuvasta vahingonvaarasta. Myös muusta kuin 1-luokan padosta voi patoturvallisuusviranomainen määrätä tehtäväksi vahingonvaaraselvityksen luokittelua varten. Padon omistajan on laadittava 1-luokan padolle turvallisuussuunnitelma onnettomuus- ja häiriötilanteiden varalle. Suunnitelmassa esitetään padon omistajan omatoiminen varautuminen em. tilanteiden varalle. Pelastusviranomainen arvioi tapauskohtaisesti pelastuslain mukaisen suunnitelman laatimistarpeen. Padon omistajan on toimitettava patoturvallisuusviranomaiselle tietojärjestelmään vietäväksi patoturvallisuusasetuksessa mainitut tiedot. Patoturvallisuusviranomaisen ja padon omistajan on säilytettävä kustakin luokitellusta padosta ajantasaiset tulosteet tietojärjestelmästä sekä muut padon turvallisuuden kannalta tärkeät asiakirjat patoturvallisuuskansiossa siten, että ne ovat mahdollisissa häiriötilanteissa nopeasti saatavilla.</p>				
Asiasanat pato, vesistöpato, jätepato, kaivospato, tulvapenger, patoturvallisuuslaki, patoturvallisuusasetus, patoturvallisuusviranomainen, padon omistaja, suunnittelu, rakentaminen, luokittelu, tietojärjestelmä, patoturvallisuuskansio, vahingonvaaraselvitys, turvallisuussuunnitelma, onnettomuus- ja häiriötilanteet, tarkkailuohjelma, tarkkailu, vuositarkastus, määräaikaistarkastus, kunnossapito, käyttö				
ISBN (Painettu) 978-952-257-619-4	ISBN (PDF) 978-952-257-620-0	ISSN-L 2242-2846	ISSN (painettu) 2242-2846	ISSN (verkkojulkaisu) 2242-2854
www www.ely-keskus.fi/julkaisut www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-257-620-0		Kieli Suomi
Sivumäärä 96				
Julkaisun tilaukset Julkaisu on saatavana vain verkossa: www.doria.fi/ely-keskus sekä www.ymparisto.fi/patoturvallisuus > opas				
Kustannuspaikka ja -aika		Painotalo		

P R E S E N T A T I O N S B L A D

Publikationens serie och nummer Rapporter 89/2012				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare Eija Isomäki Timo Majjala Mikko Sulkakoski Timo Regina Milla Torkkel (Red.)		Publiceringsdatum November 2012 / uppdatering 12/2018		
		Utgivare / Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Kainuu		
		Projektets finansär/uppdragsgivare Jord- och skogsbruksministeriet		
Publikationens titel Dammsäkerhetsguide				
<p>Sammandrag</p> <p>Den nya dammsäkerhetslagen (494/2009) trädde i kraft 1.10.2009 och statsrådets förordning om dammsäkerhet (319/2010) 5.5.2010. Denna dammsäkerhetsguide ersätter anvisningarna för dammsäkerhet (Jord- och skogsbruksministeriets publikationer 7/1997) som togs ur bruk 1.10.2009. Dammsäkerhetsguiden är inte bindande för dammens ägare. Avsikten är att komplettera, och att genom exempel och utredningar förklara, det som lagen och förordningen föreskriver.</p> <p>Guiden tar upp dammplanering, bland annat den hydrologiska dimensioneringen och dammens tekniska säkerhetskrav, dammbygge och ibruktagandet samt riskutredning, dammägarens säkerhetsprogram och dammens underhåll, drift, kontroll samt årlig och återkommande inspektion.</p> <p>Dammar indelas på basis av skadekonsekvenserna i klasserna 1, 2 och 3. Klassificering krävs inte om dammsäkerhetsmyndigheten anser att dammen inte medför fara. Ägaren till en klassificerad damm skall utarbeta ett kontrollprogram som lämnas in till dammsäkerhetsmyndigheten för godkännande. I syfte att klargöra den skaderisk som dammen medför ska ägaren till en klass 1-damm göra en utredning om den skaderisk för människor och egendom samt miljön som dammen medför. Dammsäkerhetsmyndigheten kan besluta att en riskutredning ska göras också för andra än klass 1-dammar, om detta behövs för att klassificera en damm. Dammägaren ska göra upp en plan för åtgärder vid en olycka eller störningar vid en klass 1-damm. Säkerhetsprogrammet för en damm ska innehålla en redogörelse för dammägarens egen beredskap i ovan nämnda situationer. Räddningsmyndigheten bedömer från fall till fall behovet av en åtgärdsplan enligt räddningslagen. Dammens ägare ska till dammsäkerhetsmyndighetens datasystem lämna de uppgifter som avses i dammsäkerhetsförordningen. Dammsäkerhetsmyndigheten och dammägaren ska för varje klassificerad damm förvara uppdaterade utskrifter ur datasystemet samt andra handlingar som är av betydelse med tanke på dammsäkerheten på så sätt att de är lättillgängliga vid eventuella störningar.</p>				
Nyckelord (enligt Allärs) damm, damm i vattendrag, avfallsdamm, gruvdamm, översvämningvall, dammsäkerhetslag, dammsäkerhetsförordning, dammsäkerhetsmyndighet, dammägare, planering, byggande, klassificering, datasystem, dammsäkerhetsmapp, riskutredning, säkerhetsprogram, olycksfall, störningssituation, kontrollprogram, kontroll, årlig granskning, återkommande granskning, underhåll, drift				
ISBN (tryckt) 978-952-257-619-4	ISBN (PDF) 978-952-257-620-0	ISSN-L 2242-2846	ISSN (tryckt) 2242-2846	ISSN (webbpublikation) 2242-2854
www www.ely-centralen.fi/publikationer www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-257-620-0		Språk finska
		Sidantal 96		
Beställningar Publikationen finns endast på webben: www.doria.fi/ely-keskus och www.ymparisto.fi/patoturvallisuus > opas http://www.miljo.fi/dammsakerhet > Guide				
Förläggningsort och datum			Tryckeri	

DOCUMENTATION PAGE

Publication series and numbers Reports 89/2012					
Area(s) of responsibility Environment and Natural Resources					
Author(s) Eija Isomäki Timo Maijala Mikko Sulkakoski Timo Regina Milla Torkkel (eds.)		Date November 2012 / upgrade 12/2018	Publisher Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Kainuu		
		Financier/commissioner Ministry of Agriculture and Forestry			
Title of publication Dam safety guide					
Abstract A new dam safety act (494/2009) came into force on 1 st October 2009 and a government decree on dam safety (319/2010) on 5 th May 2010. This dam safety guide replaces the Dam Safety Code of Practice (Publication of the Ministry of Agriculture and Forestry 7/1997), removed from circulation on 1 st October 2009. The dam safety guide is not binding on the dam owner; the purpose is to complement and elucidate the relevant law and decree through examples and descriptions. The guide takes up questions concerning dam design, for instance hydrological dimensioning and technical safety requirements, dam construction and use, the dam break hazard analysis and the dam owner's emergency action plan, maintenance, use, monitoring as well as the annual and periodic inspections. Dams are classified according to the hazard they pose into class 1, 2 or 3 dams. The classification is not needed, if, according to the dam safety authority, the dam poses no danger. The owner of a classified dam must prepare a monitoring programme, to be approved by decision of the dam safety authority. To establish the hazard caused by a dam, the owner of a class 1 dam must prepare an analysis of the dam hazard to humans and property as well as to the environment. The dam safety authority may also require a dam break hazard analysis for a dam other than a class 1 dam if deemed necessary for classification. The owner of a class 1 dam must prepare a plan of measures in case of emergency or operational failure. The plan shall present the dam owners's state of preparedness to act on their own initiative in the situations described above. In each case, the rescue authorities make a separate assessment for the need to prepare a plan as set out in the Rescue Act. The dam owner must provide the information specified in the dam safety decree to be entered into the dam safety information system. The dam safety authority and owner of the dam must keep up-to-date printouts in their own dam safety files from the information system for each dam as well as other important documents connected with dam safety to ensure that these are readily available in case of disturbance.					
Keywords dam, watercourse construction, waste dam, mine dam, flood embankment, dam safety act, dam safety decree, dam safety authority, dam owner, dam design, construction, classification, information system, dam safety file, hazard assessment, safety plan, emergencies and disturbances, monitoring programme, observation, annual inspection, periodic inspection, maintenance, use					
ISBN (print) 978-952-257-619-4	ISBN (PDF) 978-952-257-620-0	ISSN-L 2242-2846	ISSN (print) 2242-2846	ISSN (online) 2242-2854	
www www.ely-keskus.fi/julkaisut www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-257-620-0		Language Finnish	Number of pages 96
Distributor Publication is only available in internet: www.doria.fi/ely-keskus and www.ymparisto.fi/patoturvallisuus > opas www.environment.fi/damsafety > Dam Safety Guide					
Place of publication and date			Printing place		

Uusi patoturvallisuuslaki (494/2009) tuli voimaan 1.10.2009 ja valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta (319/2010) 5.5.2010. Tämän patoturvallisuusoppaan tarkoitus on täydentää ja selventää esimerkein ja selostuksin laissa ja asetuksessa esitettyä. Opas korvaa maa- ja metsätalousministeriön patoturvallisuusohjeet (MMM:n julkaisuja 7/1997). Pato-oppaan sisältö ei ole oikeudellisesti sitovaa. Patoturvallisuusopas on tarkoitettu tukemaan padon omistajien ja muiden patojen kanssa työskentelevien tehtäviä. Oppaassa on käsitelty mm. padon suunnittelua ja rakentamista, padon luokittelua ja patoturvallisuusasiakirjoja sekä padon vahingonvaaraselvitystä ja turvallisuussuunnitelmaa. Oppaassa selostetaan padon kunnossapidon, käytön, tarkkailun ja tarkastusten yhteydessä huomioon otettavia asioita sekä padon omistajan velvollisuuksia.

RAPORTEJA 89 | 2012
PATOTURVALLISUUSOPAS

Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-257-619-4 (painettu)
ISBN 978-952-257-620-0 (PDF)

ISSN-L 2242-2846
ISSN 2242-2846 (painettu)
ISSN 2242-2854 (verkkójulkaisu)

URN:ISBN:978-952-257-620-0

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus