

**AALTO-YLIOPISTON
TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan osasto**

Milla Saarinen

**KASVILLISUUDEN, ELÄINTEN JA LUVATTOMIEN
TOIMENPITEIDEN VAIKUTUS MAAPATOIHIN**

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten Espoossa 22.3.2010

Työn valvoja: Professori Harri Koivusalo

Työn ohjaaja: DI Timo Maijala

Tekijä:	Milla Saarinen		
Diplomityö:	Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutus maapatoihin		
Päivämäärä:	22.3.2010	Sivumäärä:	167 + 17
Professuuri:	Vesitalous- ja vesirakennus	Koodi:	Yhd-12
Valvoja:	Prof. Harri Koivusalo		
Ohjaaja:	DI Timo Maijala		
Avainsanat:	Maapadot, patoturvallisuus, patoturvallisuusopas, maapadon stabiliteetti, sisäinen ja ulkoinen eroosio, kasvillisuus maapadoilla, eläimet maapadoilla		
Työssä tarkasteltiin kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutuksia maapatoihin. Tarve laajemman tutkimustyön tekemiseen koskien kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia ongelmia maapadoilla, nousi esiin uuden patoturvallisuusoppaan laadinnan yhteydessä. Työn tavoitteena oli selvittää millaisia kokemuksia Suomen maapadoilla on näiden tekijöiden aiheuttamista ongelmista ja miten ongelmiin on reagoitu. Työssä oli tarkoitus myös suunnitella työtapoja näiden ongelmien ratkaisemiseksi ja patoturvallisuustoiminnan yhtenäistämiseksi. Selvitystyö perustui kirjallisuusselvitykseen, laadulliseen kyselytutkimukseen ja havaintokäynteihin. Kyselytutkimus koostui avoimista kysymyksistä, jotka käsittelivät kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutuksia maapatoihin. Kyselytutkimus lähetettiin maapatojen omistajille, patoturvallisuuden valvonnasta vastaaville viranomaisille ja muille asiantuntijoille. Havaintokäyntejä tehtiin muutamille Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen valvonnan piiriin kuuluville maapadoille, ongelmien selventämiseksi ja havainnollistamiseksi. Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia ongelmia, kuten tarkkailun ja padolla liikkumisen vaikeutuminen, eroosio-ongelmien syntyminen ja ilkivalta padoilla, on havaittu patoturvallisuustoiminnan yhteydessä suhteellisen paljon Suomessa ja muualla maailmassa. Näiden ongelmien tunnistaminen maapadoilla on tärkeää patoturvallisuustoiminnan kannalta. Ongelmien ratkaiseminen vaatii tapauskohtaista harkintaa ja ammattitaitoa kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden sekä maaperän stabiliteetin välisten riippuvuuksien ymmärtämiseksi. Työn aikana huomattiin tarve lisätutkimuksille tilanteissa, joissa arvioidaan etenkin suurten puiden vaikutuksia maapadon pysyvyyteen. Tällaisissa tilanteissa suositellaan puun juuriston ja maaperän lisätutkimuksia. Patoturvallisuustoimintatapojen yhtenäistämiseksi kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden osalta ongelmat tulisi todeta selkeästi patoturvallisuusoppaassa.			

Author:	Milla Saarinen		
Thesis:	Effects of Vegetation, Animals and Unauthorized Activity on Embankment Dams		
Date:	22 March 2010	Number of pages:	167 + 17
Professorship:	Water Resources Engineering	Code:	Yhd-12
Supervisor:	Prof. Harri Koivusalo		
Instructor:	MSc(Tech) Timo Maijala		
Key Words:	Embankment dams, dam safety, dam safety guide, dam stability, internal and external erosion, vegetation and dam, animals and dam		
The purpose of this study is to understand the effects of vegetation, animals and unauthorized activities on embankment dams. The need for understanding the effects of vegetation, animals and unauthorized activities on dams arose from the work of the new Dam Safety Guide. The research problem was to identify and define the problems caused by vegetation, animals and unauthorized activities on Finnish embankment dams and how these problems have been tackled. Furthermore, the working methods of solving these problems were also planned for reaching uniform working methods for a dam safety action. The theoretical frame of this study builds on discussions and research in the fields of vegetation, animals and unauthorized activities on embankment dams. This is a qualitative study based on literature research, survey, thematic interviews and observations. The survey included open questions about vegetation, animals and unauthorized activities on embankment dams, and it was sent to dam owners, dam safety authorities and other dam specialists. Observations were made on eight embankment dams in order to illustrate these problems better. These dams are on controlled by the Häme Centre for Economic Development, Transport and the Environment. According to the literature, survey and observations vegetation, animals and unauthorized activities have commonly caused problems on embankment dams such as hidden an embankment surface and made inspection difficult, limited access to inspection areas. Erosion and vandalism are also commonly seen problems. The problems caused by vegetation, animals or unauthorized activities on embankment dams always need to be solved with deliberation. Knowledge is needed when dealing with the effects of vegetation, animals and unauthorized activities on dam safety. This thesis pointed out that there is a need for further studying concerning the effects of tree roots on embankment dam stability. Based on the results of this thesis it is recommended to clearly show the effects of vegetation, animals and unauthorized activities on embankment dams in the new Dam Safety Guide.			

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksessa (ELY -keskus), patoturvallisuuden työryhmässä. Tutkimuksen on rahoittanut maa- ja metsätalousministeriö. Suuret kiitokset työni rahoittajalle ja Hämeen ELY-keskukselle, joka antoi minulle mahdollisuuden tämän työn tekemiseen.

Haluan osoittaa kiitokseni työn valvojalle professori Harri Koivusalolle ja työni ohjaajalle Timo Maijalalle saamastani tuesta ja neuvoista työn aikana. Timo Maijalaa haluan erityisesti kiittää myös avustaan tarvitsemieni aineistojen etsinnässä ja erittäin arvokkaista kommentteista työn eri vaiheissa.

Lämpimät kiitokset kuuluvat myös Hämeen ELY-keskuksen patoturvallisuustyöryhmän henkilöstölle Päivi Jaaralle, Mikko Sulkakoskelle ja Eija Isomäelle, joiden apu ja tuki työn aikana on ollut erityisen merkittävää. Lisäksi haluan vielä kiittää Pertti Heikkistä ja Minna Hanskia, jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua koko työn ajan. Lopuksi haluan osoittaa kiitokseni koko Hämeen ELY-keskukselle miellyttävästä työilmapiiristä.

Hämeenlinnassa, 22.3.2010

Milla Saarinen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT	4
TAULUKKOLUETTELO.....	11
LIITELUETTELO	12
1 JOHDANTO	13
1.1 TYÖN TAUSTA	13
1.2 TYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET	14
1.3 TYÖN TOTEUTUSTAVAT	15
2 MAAPADOT	16
2.1 YLEISTÄ.....	16
2.2 MAAPATOJEN TOIMINTAPERIAATE	17
2.3 MAAPADON JA TULVAPENKEREEN RAKENNE.....	21
3 LAINSÄÄDÄNTÖ.....	26
3.1 YLEISTÄ PATOTURVALLISUUSLAINSÄÄDÄNNÖSTÄ	26
3.2 LUOKITTELU, KUNNOSSAPITO JA VALVONTA.....	27
3.3 MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS	28
3.4 KASVILLISUUS, ELÄIMET JA LUVATTOMAT TOIMENPITEET	29
3.5 PATOTURVALLISUUSOPAS	30
3.5.1 Yleistä	30
3.5.2 Ohjeistuksia kasvillisuudesta maapadoilla ja ajatuksia uudesta patoturvallisuusoppaasta	31
4 KASVILLISUUDEN, ELÄINTEN JA LUVATTOMIEN TOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSET MAAPATOIHIN.....	35
4.1 TAUSTATietoA	35
4.2 MAAPERÄ JA KASVILLISUUS.....	37
4.2.1 Yleistä	37
4.2.2 Maaperän ominaisuudet	40
4.2.3 Juurten kasvu, kehitys ja morfologia	41
4.2.4 Kasvillisuuden vaikutus maaperän stabiliteettiin	46
4.2.5 Aiempia tutkimuksia puustosta ja kasveista maapadoilla	50
4.2.6 Joitakin Suomen maapadoilla kasvavia puulajeja	54
4.3 ELÄIMET	59
4.3.1 Yleistä	59
4.3.2 Piisami	62

4.3.3	Majava	65
4.3.4	Myyrät ja hiiret	66
4.3.5	Saukko	67
4.3.6	Karjaeläimet	68
4.3.7	Esimerkkejä eläinten aiheuttamista maapatojen sortumista	69
4.4	LUVATTOMAT TOIMENPITEET.....	70
5	TUTKIMUSKOhteET JA – MENETELMÄT	71
5.1	TUTKIMUSMENETELMIEN ESITTELY	71
5.2	KYSELYTUTKIMUS.....	72
5.2.1	Taustaa	72
5.2.2	Toteutustavat	73
5.3	HAVAINNOINTIKOhteET	74
5.3.1	Kohteiden sijainnit	74
5.3.2	Kantturakosken voimalaitospato	75
5.3.3	Porin tulvapenkereet	76
5.3.4	Prostenjärven pato	77
5.3.5	Hartolankosken voimalaitospato ja Roismalan tulvapenger	77
5.3.6	Myllykylänkosken pato	78
5.3.7	Kellokosken pato	78
5.3.8	Peltokosken pato	79
6	TULOKSET JA NIIDEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI	80
6.1	KYSELYN TULOKSET	80
6.1.1	Vastausten määrästä, laadusta	80
6.1.2	Vastausten analysointiperusteista	82
6.1.3	Vastausten luokittelusta	82
6.2	HAVAINNOINNIN TULOKSET.....	106
6.2.1	Kantturakosken pato	106
6.2.2	Porin tulvapenkereet	108
6.2.3	Parostenjärven pato	116
6.2.4	Hartolankosken voimalaitospato ja Roismalan tulvapenger	117
6.2.5	Myllykylänkosken pato	121
6.2.6	Kellokosken pato	122
6.2.7	Peltokosken voimalaitospato	123
6.3	TULOSTEN YHTEENVETO.....	125
6.4	TUTKIMUSTULOSTEN LUOTETTAVUUDESTA	126
7	MAAPATOJEN VAURIOITUMINEN.....	128
7.1	YLEISTÄ.....	128
7.2	KUORMITUSTEKIJÄT	129
7.3	VAKAVUUS- JA PAINUMALASKELMAT	130
7.4	MAAPADON SORTUMASYISTÄ.....	131
7.4.1	Ulkoinen eroosio	133
7.4.2	Sisäinen eroosio	137
7.4.3	Rakenteellinen sortuma	139
7.5	AIEMPIA TUTKIMUKSIA MAAPATOJEN VAURIOITUMISESTA.....	141

7.6	KASVILLISUUDEN, ELÄINTEN JA LUVATTOMIEN TOIMENPITEIDEN AIHEUTTAMAT RISKITILANTEET	142
7.6.1	Riskitilanteiden määrittäminen	142
7.6.2	Suomen maapadoilla havaittuja kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia vaurioita	144
8	JATKOTOIMENPITEET	149
8.1	MAAPERÄ- JA JUURISTOTUTKIMUKSET	149
8.1.1	Taustaa	149
8.1.2	Kirjallisuus	149
8.1.3	Tutkimusmenetelmistä	150
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	153
10	KIRJALLISUUSLUETTELO	157

KUVALUETTELO

<i>Kuva 2.1 Suotovirtaus rakenteeltaan erilaisten maapatojen läpi. (Korhonen 1977)</i>	18
<i>Kuva 2.2 Tiivistysrakenteen vaikutus suotovirtaukseen. (Korhonen 1977)</i>	19
<i>Kuva 2.3 Suotovirtaus rakenteeltaan erilaisten maapatojen ali. (Korhonen 1977)</i>	20
<i>Kuva 2.4 Maapadon rakenteelliset osat. (Holm & Leskelä 1979)</i>	22
<i>Kuva 2.5 Suodattimen sijoittamismahdollisuuksia homogeenisten maapatojen rakenteissa a) suodatin maapadon kannassa, b) vaakasuora suodatin padon alaosassa ja c) vaakasuora suodatin padon alaosassa sekä pystysuora suodatin padon keskellä. (Holm & Leskelä 1979)</i>	23
<i>Kuva 2.6 Louhepatojen erilaiset rakennetyypit. (Holm & Leskelä 1979)</i>	24
<i>Kuva 3.1 Puuston kasvun rajoituksia maapadolla. (Vesihallitus 1986)</i>	32
<i>Kuva 3.2 Kasvillisuuden sijainti maapadolla. (MMM 1997)</i>	33
<i>Kuva 4.1 Eläinten ja puiden aiheuttamia ongelmia maapadolla. (FEMA 2005b)</i>	36
<i>Kuva 4.2 Kasvillisuuden hydrologinen vaikutus maaperään.</i>	38
<i>Kuva 4.3 Harjavallan voimalaitoksen maapadolla kasvavaa kasvillisuutta.</i>	39
<i>Kuva 4.4 Maaperän kolmijakoisuus. (Modifioitu: Hillel 2004)</i>	41
<i>Kuva 4.5 Puiden juuriston kolme yleisintä muototyyppiä. (Pustina 1983)</i>	43
<i>Kuva 4.6 Esimerkki puun juurimuodostumasta. (Lyr & Hoffman 1967)</i>	45
<i>Kuva 4.7 Asioita, jotka vaikuttavat juurten ja maaperän lujuuteen.</i>	46
<i>Kuva 4.8 Nuojuan maapato, Oulujoki. (Antti Leskelä)</i>	55
<i>Kuva 4.9 Hintsan maapato, Raisio vesilaitos. (Antti Leskelä)</i>	56
<i>Kuva 4.10 Montan maapato, Oulunjoki. (Antti Leskelä)</i>	57
<i>Kuva 4.11 Piisamin ja murmelin kaivamat tunnelit maapadossa.</i>	61
<i>Kuva 4.12 Eläinten kaivamien kolojen aiheuttama suotautumisreitin lyheneminen maapadossa. (Modifioitu: FEMA 2005a)</i>	61
<i>Kuva 4.13 Eläinten kaivamien kolojen aiheuttamat vajoamat maapadossa.</i>	61
<i>Kuva 4.14 Piisami.</i>	62
<i>Kuva 4.15 Piisamin kaivamia erilaisia koloja maapadolla.</i>	63
<i>Kuva 4.16 Majava. (Elina Vanninen, www.papunet.net)</i>	65
<i>Kuva 4.17 Myyrä ja hiiri. (Elina Vanninen, www.papunet.net)</i>	66
<i>Kuva 4.18 Saukko. (Elina Vanninen, www.papunet.net)</i>	67
<i>Kuva 5.1 Kyselytutkimuksen prosessikaavio.</i>	74
<i>Kuva 5.2 Havainnointikohteiden sijainti kartalla.</i>	75
<i>Kuva 6.1 Kyselyn vastauksista esille tulleiden maapatojen (yhteensä 280 kpl) sijainti kartalla, jaoteltuna ELY-keskusten aluerajausten mukaisesti. Etelä-Pohjanmaan ja</i>	

<i>Pohjanmaan ELY-keskusten alueella esiintyneet padot on merkitty yhteisesti yhdelle alueelle ja samoin Satakunnan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueella esiintyneet padot on merkitty yhteisesti yhdelle alueelle.....</i>	<i>85</i>
<i>Kuva 6.2 Kantturakosken maapadon märällä luiskalla kasvavaa puustoa.</i>	<i>107</i>
<i>Kuva 6.3 Kantturakosken välppään kerääntyneet lehdet.</i>	<i>108</i>
<i>Kuva 6.4 Koivuja tulvapenkereen märällä luiskalla Isojoenrannassa.....</i>	<i>110</i>
<i>Kuva 6.5 Puustoa Järviojan osastoivalla tulvapenkereellä.</i>	<i>110</i>
<i>Kuva 6.6 Koivuja tulvapenkereen harjalla Isojoenrannassa, Lukkarinsillan vierustalla. Maapato on rakennettu talon pilarien alla olevasta pystysuuntaisesta betonimuurista joen puolelle päin.</i>	<i>111</i>
<i>Kuva 6.7 Tulvapenkereen päälle rakennettu porrastasanne ja laituri sekä vene talvisäilytyksessä penkereen päällä.....</i>	<i>112</i>
<i>Kuva 6.8 Terassirakennelma tulvapenkereen luiskassa.....</i>	<i>112</i>
<i>Kuva 6.9 Korjattua ja korjaamatonta tulvapengertä Lukkarinrannassa.</i>	<i>113</i>
<i>Kuva 6.10 Tulvapenkereen läpi kulkeva putki.....</i>	<i>114</i>
<i>Kuva 6.11 Painauma Järviojan osastoivan tulvapenkereen harjalla.</i>	<i>114</i>
<i>Kuva 6.12 Myyränkolo penkereen harjalla. (Taina Rusola).....</i>	<i>115</i>
<i>Kuva 6.13 Parostenjärven padon harjalla kasvavaa puustoa.</i>	<i>116</i>
<i>Kuva 6.14 Parostenjärven padon märällä puolella kasvavaa puustoa.....</i>	<i>116</i>
<i>Kuva 6.15 Hartolankosken voimalaitospadon vasemmanpuoleisessa maapadossa kasvavaa puustoa.</i>	<i>118</i>
<i>Kuva 6.16 Roismalan tulvapenkereellä kasvavia suurehkoja puita. (Kari Virtanen)</i>	<i>118</i>
<i>Kuva 6.17 Roismalan tulvapenkereen lävitse luvattomasti kaivettu putki.</i>	<i>119</i>
<i>Kuva 6.18 Pumppaamon poistoputket Roismalan tulvapenkereellä. (Kari Virtanen)</i>	<i>119</i>
<i>Kuva 6.19 Torran tulvapenkereen harjalla syvät traktorin jäljet 2007. (Kari Virtanen).....</i>	<i>120</i>
<i>Kuva 6.20 Torran tulvapenkereen harjalla oleva puuvarasto 2007. (Kari Virtanen)</i>	<i>120</i>
<i>Kuva 6.21 Esimerkki sortuneesta keilaverhouksesta. (Rämet & Huura 2004)</i>	<i>121</i>
<i>Kuva 6.22 Myllykylänkosken padon alapuolella olevassa kivetyksessä kasvavaa puustoa.</i>	<i>122</i>
<i>Kuva 6.23 Kellokosken voimalaitospadon maapato-osuudella kasvavaa suurehkoa puustoa.</i>	<i>123</i>
<i>Kuva 6.24 Peltokosken voimalaitospadon vasemman puoleisen maapadon loppuosassa kasvavaa tiheää puustoa märällä luiskalla. (Mikko Sulkakoski)</i>	<i>124</i>
<i>Kuva 7.1 Maapatojen sortumasyitä. (Korhonen 1977)</i>	<i>132</i>

<i>Kuva 7.2 Ulkoisen eroosion aiheuttama syöpymä Porin tulvapenkereen märällä luiskalla.</i>	<i>134</i>
<i>Kuva 7.3 Kantturakosken maapato 19.10.2009, märkä luiska.</i>	<i>136</i>
<i>Kuva 7.4 Kantturakosken maapato 19.10.2009, kuiva luiska.</i>	<i>136</i>
<i>Kuva 7.5 Maapadon sisäinen eroosio, piping-ilmio. (ASDSO)</i>	<i>138</i>
<i>Kuva 7.6 Teton padon sortuma. (Modifioitu Teton Dam Failure Review Group, 1977).....</i>	<i>139</i>
<i>Kuva 7.7 Periaatekuva maapadon liukupintasortumasta.</i>	<i>140</i>

TAULUKKOLUETTELO

<i>Taulukko 6.1 Kyselyn vastausmäärät, jakaumat viranomaisten ja muiden kyselyyn osallistuneiden kesken sekä vastausten sisältö.</i>	81
<i>Taulukko 6.2 Kyselyn vastauksissa esiintyneet maapadot patoturvallisuuslain mukaan luokiteltuna.</i>	84
<i>Taulukko 6.3 Kyselyn vastauksissa esiintyneet maapadot käyttötarkoituksen mukaan luokiteltuna.</i>	85
<i>Taulukko 6.4 Puiden ja kasvien aiheuttamat ongelmat, pelkistetyt ilmaukset.</i>	88
<i>Taulukko 6.5 Puiden ja kasvien aiheuttamat ongelmat, pääluokat.</i>	91
<i>Taulukko 6.6 Reagointi puiden ja kasvien aiheuttamiin ongelmiin, pelkistetyt ilmaukset.</i>	93
<i>Taulukko 6.7 Reagointi puiden ja kasvien aiheuttamiin ongelmiin, pääluokat.</i>	93
<i>Taulukko 6.8 Puu- ja kasvilajit, jotka ovat erityisesti tuottaneet ongelmia maapadoilla, pelkistetyt ilmaukset.</i>	94
<i>Taulukko 6.9 Kasvillisuuden raivausvälit maapadoilla, pelkistetyt ilmaukset.</i>	95
<i>Taulukko 6.10 Eläinten aiheuttamat ongelmat, pelkistetyt ilmaukset.</i>	97
<i>Taulukko 6.11 Eläinten aiheuttamat ongelmat, pääluokat.</i>	98
<i>Taulukko 6.12 Reagointi eläinten aiheuttamiin ongelmiin, pelkistetyt ilmaukset.</i>	99
<i>Taulukko 6.13 Reagointi eläinten aiheuttamiin ongelmiin, pääluokat.</i>	100
<i>Taulukko 6.14 Eläinlajit, jotka ovat erityisesti tuottaneet ongelmia maapadoilla, pelkistetyt ilmaukset.</i>	100
<i>Taulukko 6.15 Luvattomat toimenpiteet maapadoilla, pelkistetyt ilmaukset.</i>	102
<i>Taulukko 6.16 Luvattomien toimenpiteiden aiheuttamat ongelmat maapadoilla, pääluokat.</i>	103
<i>Taulukko 6.17 Reagointi luvattomien toimenpiteiden aiheuttamiin ongelmiin, pelkistetyt ilmaukset.</i>	104
<i>Taulukko 6.18 Reagointi luvattomien toimenpiteiden aiheuttamiin ongelmiin, pääluokat.</i>	105
<i>Taulukko 7.1 Kantturakosken maapatojakson päämitat. (PATO-tietojärjestelmä 2009).</i>	135
<i>Taulukko 8.1 Geoteknisen maalajiluokituksen maalajit. (Modifioitu, Rantamäki et al. 2006).</i>	151

LIITELUETTELO

Liite 1 Määräaikaistarkastuksen asialista.	168
Liite 2 Kasvillisuuden vaikutukset luiskan rakenteen lujuuteen. (Modifioitu: Gray ja Sotir 1995).....	169
Liite 3 Kemijoen maapadoilla kasvavien puiden juuriston rakenteesta 1984. (Havas ja Viitala 1984).....	170
Liite 4 Imatran voimalaitoksen tutkimus maapatojen puuston vaarallisuudesta, kuvat puiden juurien kaivuista (Leskelä 1988, liitekuvat).	172
Liite 5 Eläinten aiheuttamat ongelmat maapadoilla. (FEMA 2005a)	177
Liite 6 Kyselykaavake.	178
Liite 7 Maapatojen vaurioihin johtavia ongelmia. (British Columbia 1998)	184

1 JOHDANTO

1.1 TYÖN TAUSTA

Suomessa on patoturvallisuuslain mukaan luokiteltuja patoja lähes 400. Lisäksi maassamme on tuhansittain luokittelemattomia tulvapenkereitä ja muita pienempiä patoja. Patoja käytetään Suomessa vedenhankintaan, vesivoimatuotantoon, tulvasuojeluun, virkistyskäyttöön, kalanviljelyyn ja teollisuudessa sekä kaivostoiminnassa syntyvien aineiden padottamiseen. Suurin osa Suomen padoista on maapatoja.

Suomen padot ovat yleensä valtion, erilaisten yritysten tai yksityisten henkilöiden omistuksessa. Patojen valvonnasta maassamme huolehtivat patoturvallisuusviranomaiset, joita ovat elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten patoturvallisuusviranomaiset.

Padot joutuvat jatkuvasti erilaisten kuormitusten alaiseksi. Tästä johtuen padon suunnitteluun ja rakentamiseen on kiinnitettävä huomiota. Padon turvallisuudesta on myös huolehdittava. Padon rakenteet on pidettävä kunnossa ja niitä on tarkkailtava kullekin padolle laaditun yksityiskohtaisen tarkkailuohjelman mukaisesti.

Kasvillisuus, eläimet ja luvattomat toimenpiteet aiheuttavat välillisiä vaikutuksia maapatojen turvallisuudelle. Pahimmassa tapauksessa esimerkiksi eläinten tekemien kolojen ja rakennelmien sekä eroosion yhteisvaikutuksen alaisena pato voi vaurioitua. Ongelmat voivat kehittyä piilevinä pitkän aikaa ennen kuin niihin kiinnitetään huomiota. Tästä syystä kasvillisuuden, luvattomien toimenpiteiden ja eläinten aiheuttamia vaikutuksia on syytä tutkia ja niihin on kiinnitettävä huomiota muun patoon liittyvän turvallisuustarkkailun yhteydessä.

Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutuksia maapatojen patoturvallisuuteen on tutkittu Suomessa suhteellisen vähän. Aikaisempia kotimaisia julkaisuja aiheesta löytyy vain kasvillisuutta koskien (Havas & Viitala 1984). Jonkin verran aiheesta on käsitelty patojen kunnostustoimenpiteiden ja määräaikaistarkastusten yhteydessä ja erikoistapauksissa jopa uutisotsikoissa (esim. Puranen & Leskelä 2009, Laasonen 2006, Ilta-sanomat 1985). Vuoden 1997 patoturvallisuusohjeiden

laadinnan yhteydessä on Suomessa ensimmäistä kertaa tehty laajempaa kirjallisuus selvitystä kasvillisuuden vaikutuksista maapatojen turvallisuuteen (Maijala 1996, MMM 1997). Aiemmin vuonna 1984 on lisäksi tehty kaivututkimukset puuston juuristosta Kemijoen maapadoilla ja Imatran voimalaitoksen maapadoilla (Havas & Viitala 1984, Leskelä 1988).

Kansainvälistä kirjallisuutta ja artikkeleita aihetta koskien löytyy paljon (esim. FEMA 2005a, FEMA 2005b, Hoskins et al. 1993, McKillop 1993). Yhtenäisten toimintaperiaatteiden kokoaminen aiemmasta kirjallisuudesta on kuitenkin vaikeaa, sillä kirjallisuuslähteiden tutkimus- ja toimintaperiaatteissa on paljon eroavaisuuksia. Muun muassa kasvillisuuden vaikutuksista maapatojen patoturvallisuuteen ja reagointimahdollisuuksista padoilla esiintyvään kasvillisuuteen löytyy aiemmasta kirjallisuudesta hyvin monenlaisia näkökantoja. Myös Suomessa on vallinnut patoasian tuntijoiden keskuudessa erimielisyyttä maapadoilla esiintyvän kasvillisuuden, etenkin puuston kasvua ja kunnossapitoa koskien.

1.2 TYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää millaisia kokemuksia Suomen maapadoilla on kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamista vaikutuksista patoturvallisuuteen. Vastaavanlaista koontia Suomen maapadoilla havaituista kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamista ongelmista ei ole aiemmin tehty. Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutuksia maapatoihin on käsitelty aiemmin patokohtaisesti yleensä määräaikaistarkastusten ja muun patokohtaisen toiminnan ja tarkkailun yhteydessä. Uuden patoturvallisuuslain (L 26.6.2009/494) ja -asetuksen (Valtioneuvoston asetusluonnos patoturvallisuudesta 2009) säädöksiä täydennetään ja selvennetään esimerkein patoturvallisuusoppaassa (MMM työryhmä 2009). Patoturvallisuusoppaan laadinnan yhteydessä koettiin tarpeelliseksi ja luontevaksi ajankohdaksi toteuttaa laajempi selvitystyö koskien kasvillisuutta, eläimiä ja luvattomia toimenpiteitä maapadoilla.

Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia vaikutuksia Suomen maapatoihin selvitettiin kyselytutkimuksen sekä maasto- ja määräaikaistar-

kastusten avulla. Tässä työssä maapadolla tarkoitetaan vettä tai jätettä padottavia homogeenisia ja vyöhykemaapatoja sekä tulvapenkereitä.

Tavoitteena tämän tutkimuksen tulosten perusteella oli pohtia ratkaisuja, joilla vähennetään näiden tekijöiden aiheuttamia ongelmia maapadoilla ja näin ollen välillisesti parannetaan maapatojen turvallisuutta. Tavoitteena oli myös yhdenmukaistaa työskentelytapoja kyseisten ongelmien ratkaisemiseksi patoturvallisuustoiminnassa, huomioimalla tässä tutkimuksessa esille tulleet seikat mm. uuden patoturvallisuusoppaan laadinnassa.

1.3 TYÖN TOTEUTUSTAVAT

Työ koostuu teoriaosuudesta ja tutkimusosuudesta. Teoriaosuudessa käydään läpi mm. maapadon rakennetta, patoturvallisuustoimintaa sekä kasvillisuus- ja eläinoppia perustuen aihetta koskevaan aiempaan kirjallisuuteen ja tutkimuksiin.

Tutkimusosuus koostuu kyselytutkimuksesta sekä maasto- ja määraaikaistarkastuksista. Tutkimusosuudessa selvitetään tarkemmin näiden toteutusta ja tulosten analysointia.

Johtopäätöksissä selvitetään Suomen maapatojen tilannetta kyseisten tekijöiden aiheuttamien vaikutusten osalta. Johtopäätöksiin on myös koottu tutkimusosuudesta saatujen tulosten perusteella yhtenäisiä ratkaisuja kasvillisuuden ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamien ongelmien ratkaisemiseksi.

2 MAAPADOT

2.1 YLEISTÄ

Tässä kappaleessa selvitetään millaisia patorakenteita tutkimustyö koskee. Kappaleessa selvitetään myös maapadon rakenne ja sen toimintaperiaate, joiden ymmärtäminen on välttämätöntä, jotta myöhemmin tässä työssä käsiteltävien kasvillisuuden ja luvattomien toimenpiteiden vaikutuksia maapatorakenteisiin olisi mahdollista ymmärtää.

Patoturvallisuuslain (L 26.6.2009/494) 4 §:n mukaan padolla tarkoitetaan seinämäistä tai vallimaista rakennetta, jonka tarkoituksena on pysyvästi tai tilapäisesti estää rakenteen takana olevan nesteen tai nestemäisesti käyttäytyvän aineen leviäminen taikka säädellä padotetun aineen pinnan korkeutta. Lain mukaan vesistöpadolla tarkoitetaan vesistössä olevaa patoa; jätepadolla patoa, jolla padotetaan terveydelle tai ympäristölle haitallisia tai vaarallisia aineita ja tulvapenkereellä rakennetta, jonka tarkoituksena on estää veden leviäminen vesistön tai meren tavanomaista korkeamman vedenkorkeuden aikana.

Yleisesti padolla tarkoitetaan kaikkia sellaisia rakenteita, joilla voidaan rajoittaa padotettavan aineen pääsyä patorakenteen alapuoliselle alueelle. Patorakenteen tarkoituksena voi olla esimerkiksi vedenhankinta, tulvasuojelu, virkistyskäyttö, kalanviljely, vesivoiman tuotanto ja teollisuus- tai kaivostoiminnassa syntyvien haitallisten aineiden varastoiminen.

Padot voidaan padotettavan aineen mukaan jakaa vesistöpatoihin ja jätepatoihin (esim. Holm & Leskelä 1979). Vesistöpadot voidaan edelleen jakaa useampiin eri patotyyppeihin. ICOLDin (International Commission on Large Dams) patorekisterin mukainen jaottelu koostuu kuudesta päätyypistä, jotka ovat maapadot, louhepadot, massiivipadot, ripapadot, holvipadot ja moniholvipadot. Maapadot ovat maailman yleisin ja vanhin patoluokka.

Jako voidaan tehdä myös toimintatarkoituksen perusteella vesistöpatoihin, jätepatoihin, työpatoihin, tulvapenkereisiin, kaivospatoihin ja pohjapatoihin

(Holm & Leskelä 1979). Tässä työssä keskitytään erityisesti vettä padottaviin maapatoihin.

Patorakenteista ja niiden toimintaperiaatteista on julkaistu paljon oppimateriaalia mm. Slunga (2004), Hamill (2001), Novak et al. (2001a), Kuusiniemi (1989), Holm & Leskelä (1979), Sowers (1962) ja Walters (1962).

2.2 MAAPATOJEN TOIMINTAPERIAATE

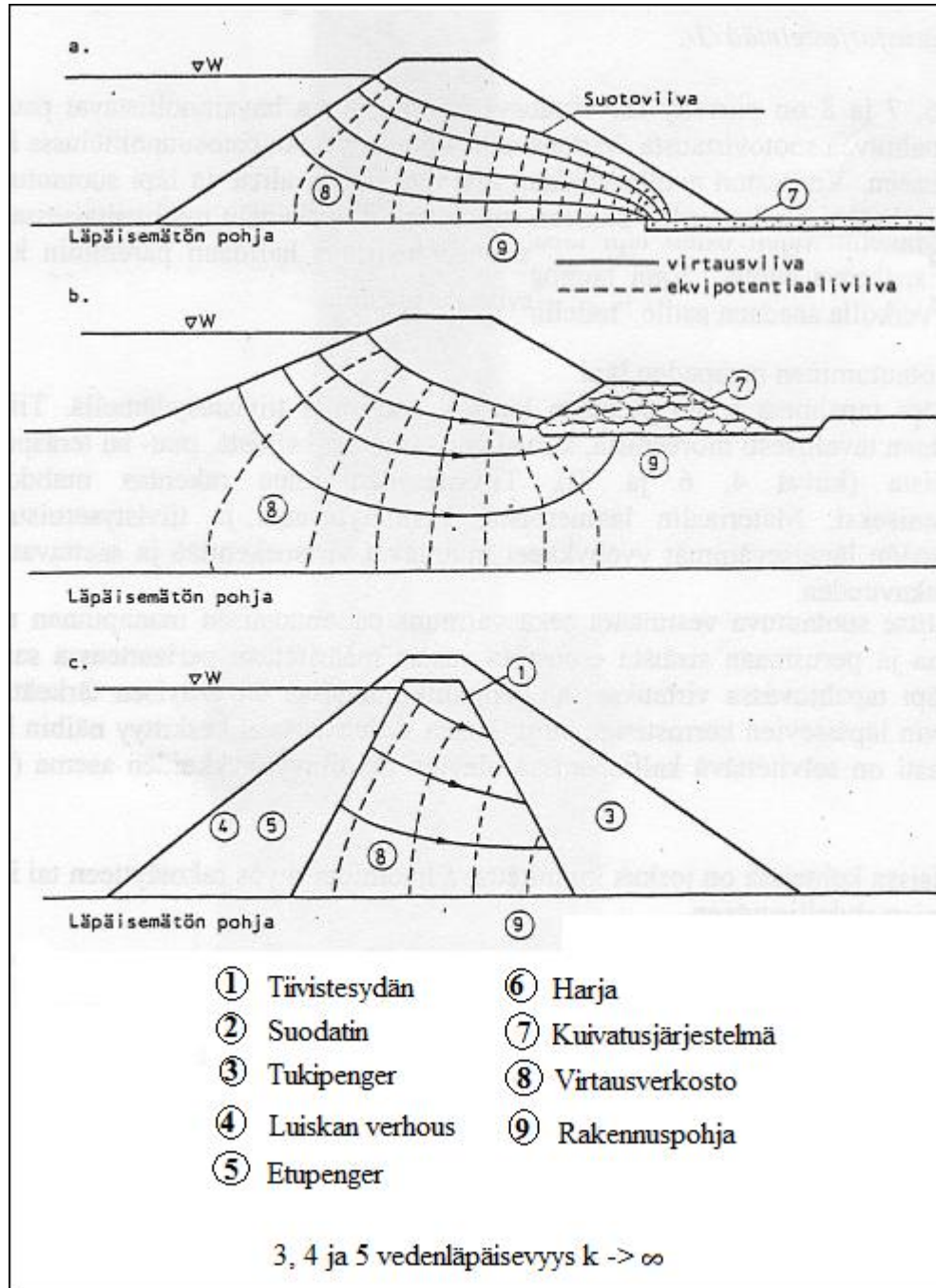
Maapadot ovat niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa yleisin patotyyppi. Maapatojen osuus kaikista maailman padoista on arviolta 85–90 % (Novak et al. 2001a). Holmin & Leskelän (1979) mukaan maapadon rakennusmateriaalina voidaan useimmiten käyttää rakennuspaikan välittömästä läheisyydestä löytyviä louheita ja irtomateriaaleja. Heidän mukaan maapatojen suosio perustuu osittain siihen, että oikein suunnitellusti ne sallivat suhteellisen suuret muodonmuutokset ja ne sulautuvat helposti ympäröivään maisemaan ulkomuotonsa ansiosta. Lisäksi maapatojen pohjarasitukset ovat pienemmät betonipatoihin verrattuna. Edellisten pohjalta voidaan päätellä, että maapatojen suosio johtuu pitkälti rakennuskustannuksista.

Maapadot voidaan jakaa rakenteensa perusteella homogeenisiin ja vyöhykepatoihin sekä louhepatoihin. Tässä työssä käsitellään myös tulvapenkereitä, jotka lukeutuvat maapatojen patotyyppiin ja muistuttavat rakenteeltaan hyvin paljon homogeenista maapatoa. Kohdassa 2.3 on esitetty tarkemmin eri maapatotyyppien rakennetta.

2.2.1 Suotautuminen

Maapatojen läpi suotautuu aina vettä, rakennettiinpa pato kuinka tiiviiksi tahansa (esim. Holm & Leskelä 1979, Slunga 2004). Vettä suotautuu padon lävitse, padon ali ja sen ympäri. Suotautuva vesi kerätään suodatin- ja kuivatusjärjestelmillä niin, että se ei aiheuta vaaraa maapadolle. Suodatin- ja kuivatusjärjestelmien mitoittamiseen tarvitaan suotovirtauslaskelmia. Veden suotautuminen riippuu patorakenteen vedenläpäisevyysominaisuuksista ja vedenpaine-erosta altaan vesipinnan ja padon taustan välillä. Holmin & Leskelän (1979) mukaan huonosti toteutetun keräilyjärjestelmän takia maapadon kuivaluiska voi alkaa vettyä ja tästä voi edelleen seurata hankaluuk-

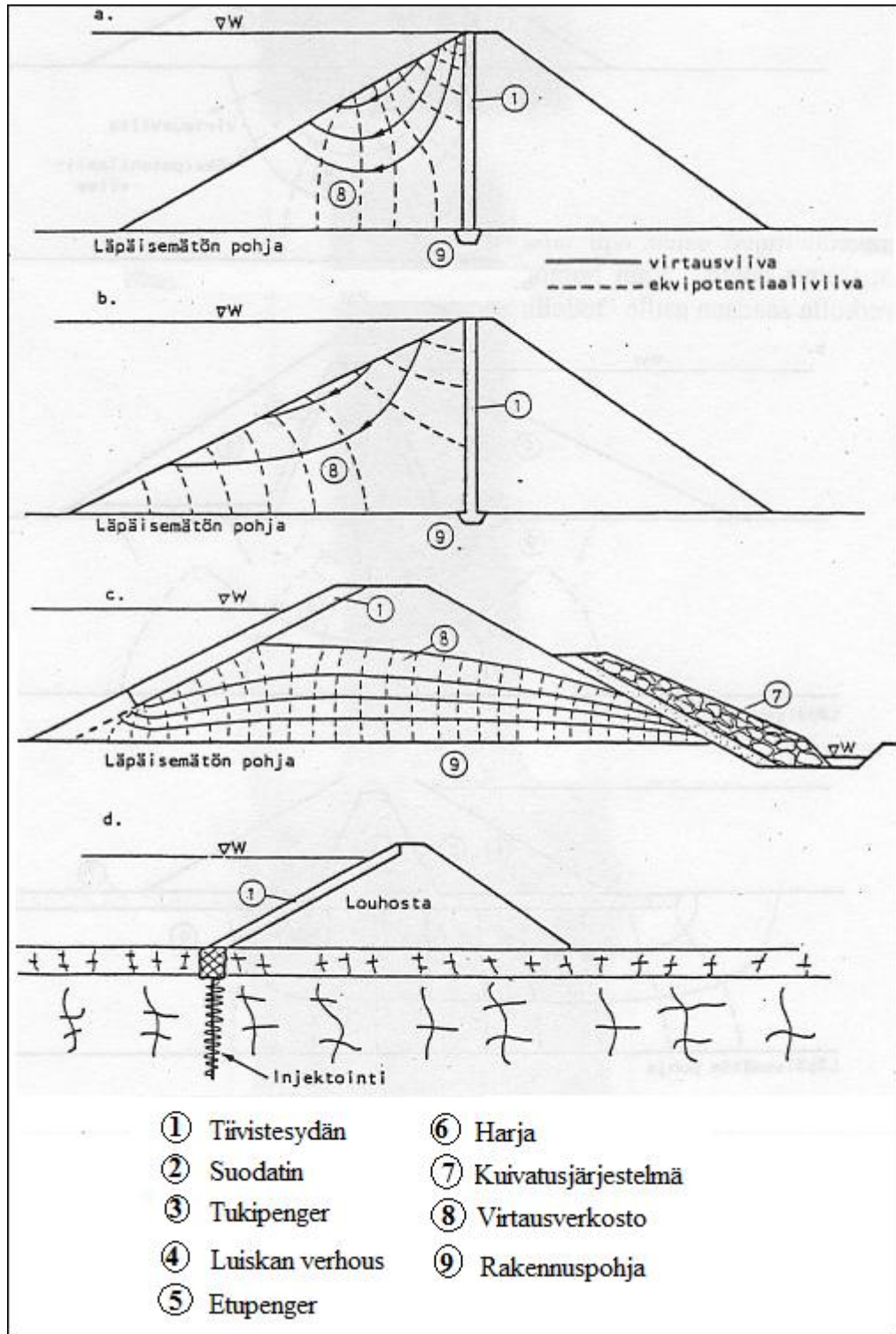
sia padon kestävyydelle. Slunga (2004) toteaa, että ongelmia muodostuu, jos sisäinen eroosio pääsee käyntiin eli veden virtaus kasvaa niin suureksi, että se vie mukanaan maa-ainesta ja muodostaa syöpymiä patorakenteeseen.



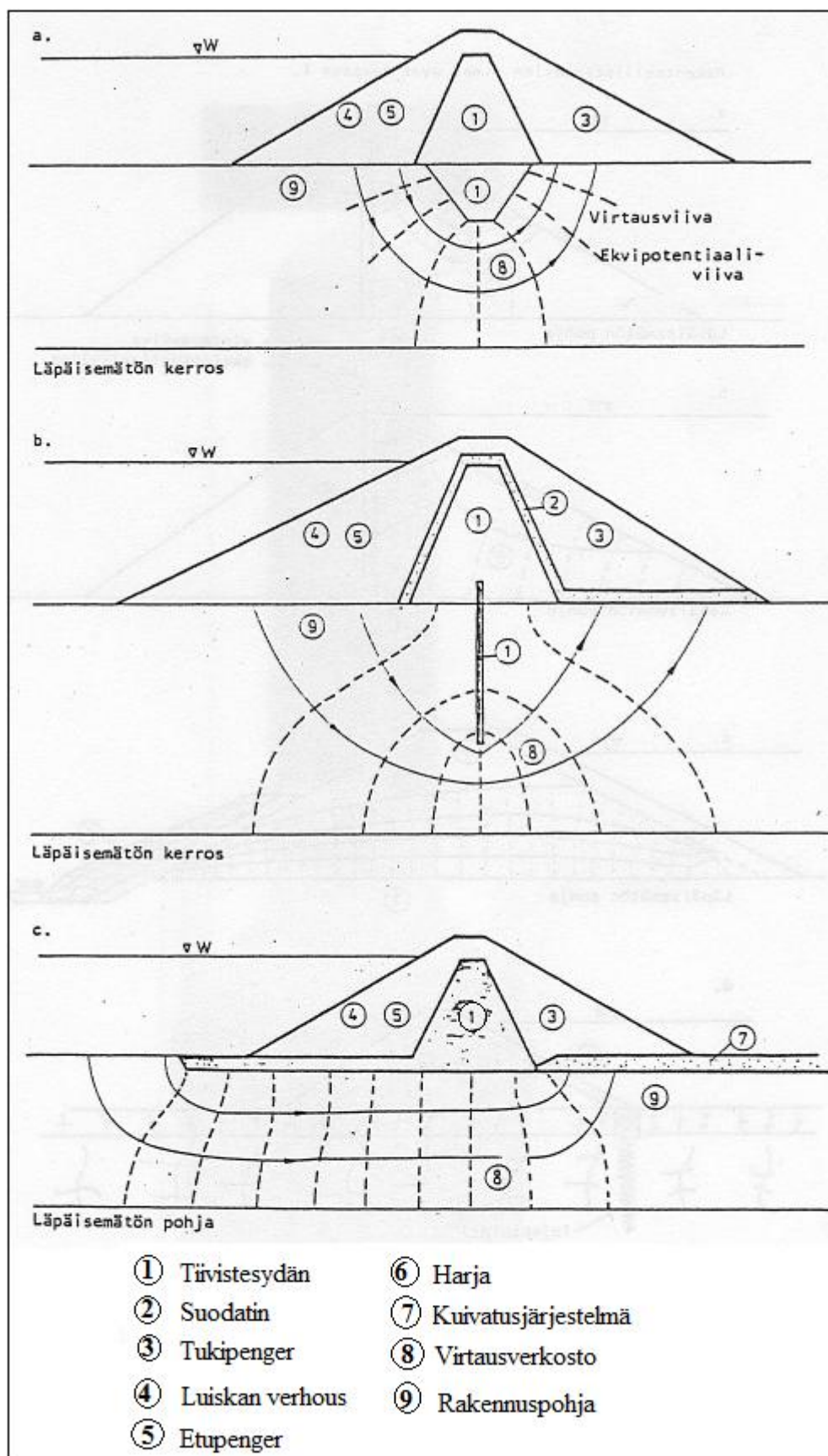
Kuva 2.1 Suotovirtaus rakenteeltaan erilaisten maapatojen läpi. (Korhonen 1977)

Kuvissa 2.1–2.3 on esitetty virtausverkostoja, jotka kuvaavat padon läpi ja alitse tapahtuvaa suotovirtausta (Slunga 2004). Kuvassa 2.1 on esitetty rakenteeltaan erilais-

ten maapatojen läpi tapahtuvaa suotovirtausta. Kuvassa 2.2 on esitetty maapadon tiivistysrakenteen vaikutus padon läpi tapahtuvaan suotovirtaukseen ja kuvassa 2.3 on esitetty rakenteeltaan erilaisten maapatojen ali tapahtuvaa suotovirtausta.



Kuva 2.2 Tiivistysrakenteen vaikutus suotovirtaukseen. (Korhonen 1977)



Kuva 2.3 Suotovirtaus rakenteeltaan erilaisten maapatojen ali. (Korhonen 1977)

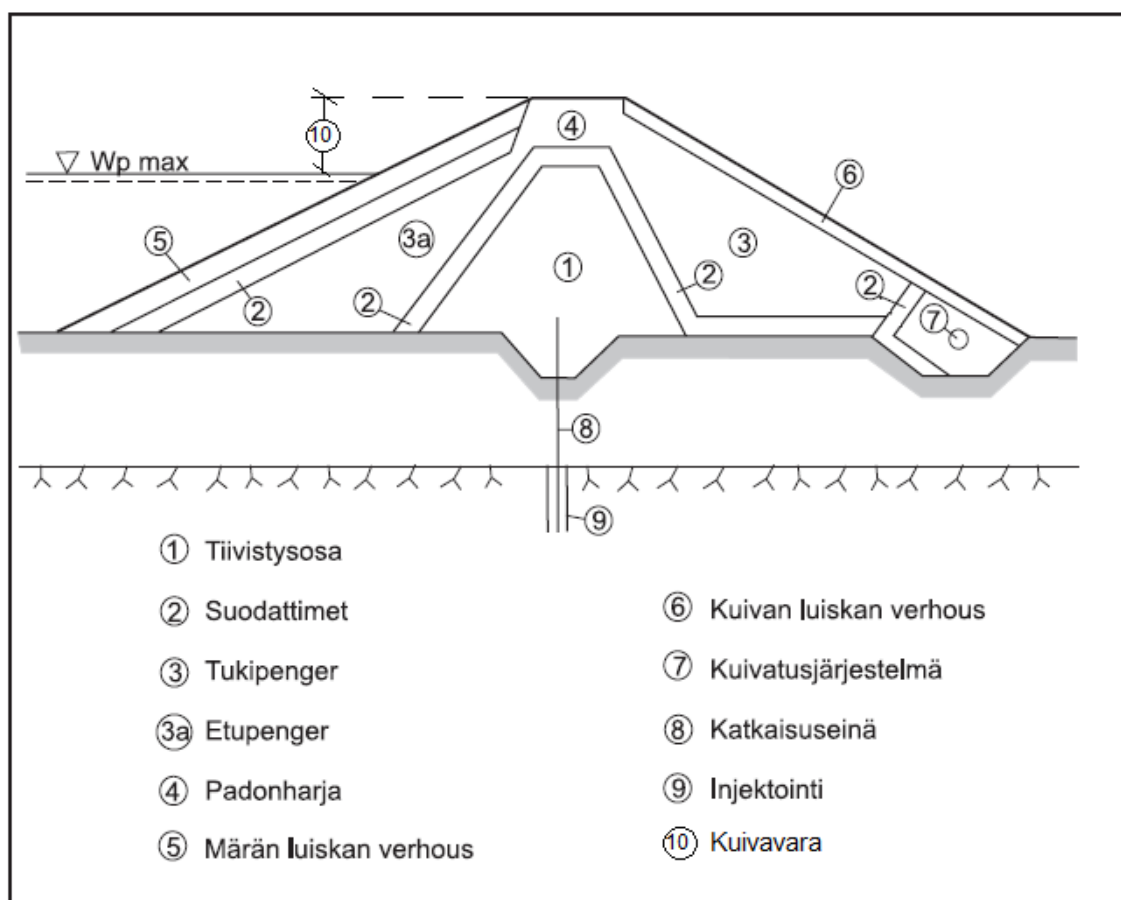
Virtausverkostoja piirretään nykyisin erilaisilla tietokoneohjelmilla, mutta virtausverkostojen piirtäminen voidaan tehdä myös käsin. Esimerkkeinä suotovirtauksen mallintamisesta Suomen maapadoilla voidaan mainita Martion & Vuolan (2007) ja Leivon & Vuolan (2006) mallinnukset. Holm & Leskelä (1979) kuvaavat virtausverkostojen piirtämisen niin, että ensin määritetään ylin virtausviiva (suotoviiva), jonka jälkeen piirretään halutulla tiheydellä tasapaine- eli ekvipotentiaaliviivat ja lopuksi virtausverkko täydennetään virtausviivoilla niin, että virtausviivojen ja ekvipotentiaaliviivojen risteyskohdissa muodostuu neliöitä (esim. kuva 2.1, kohta a). Virtausverkostojen avulla voidaan arvioida padon läpi ja alitse suotautuvan veden määrää ja virtausnopeudet eri pisteissä, jolloin voidaan tarkistaa, että eroosiota aiheuttavaa virtausnopeutta ei padon rakenteessa esiinny (esim. Holm & Leskelä 1979, Slunga 2004).

Slungan (2004) mukaan padon rakennettujen osien läpi tapahtuvaa suotovirtausta hallitaan paremmin kuin padon alitse tapahtuvaa virtausta. Padon alitse tapahtuvaa suotovirtausta määritettäessä pohjatutkimuksissa tulee erityisesti kiinnittää huomiota vettä hyvin läpäisevien kerrosten sijaintiin, koska veden virtaus keskittyy juuri näihin maakerroksiin. Maapadon lävitse tapahtuvaa suotoa pidetään kurissa esimerkiksi moreenista, puu- tai teräspontista tehdyllä tiivistesydämellä ja padon alitse maakerroksissa tapahtuvaa suotoa esimerkiksi läpäisevien kerrosten alapuolelle ulottuvalla betoni- tai teräspontti tiivistysseinällä tai injektoimalla maapohja esimerkiksi sementillä. Holmin & Leskelän (1979) mukaan suotautumisen haittavaikutuksia padon ympäri voidaan ehkäistä esimerkiksi savesta tai moreenista tehdyllä, maan pinnalle levitetyllä tiivistyspatjalla tai padon tausta-alueiden salaojituksen avulla.

2.3 MAAPADON JA TULVAPENKEREEN RAKENNE

Homogeenisen, vyöhyke- sekä louhepadon ja tulvapenkereiden rakentamiseen käytetään erilaisia materiaaleja ja menetelmiä. Yleensä padon rakennetyyppi, koko ja rakennusmenetelmät määräytyvät mm. rakennuspaikan, rakennusmateriaalien saatavuuden ja padon käyttötarkoituksen mukaan. Kaikkien maapatotyyppien tulisi kuitenkin aina sisältää tiivistys- ja tukipengerosien materiaalit, suodatinmateriaalit, verhoilumateriaalit ja suotovesien keräilyjärjestelmät (Holm & Leskelä 1979).

Maapadon tai tulvapenkereen suunnittelussa tulee huomioida rakenteiden kuormituksen, suotovirtausten ja vakavuuksien laskenta. Kuvassa 2.4 on esitetty maapadon rakenteelliset osat (Holm & Leskelä 1979, s.73). Tiivistysosan tarkoituksena on estää veden liiallinen virtaus padon läpi ja tukipenkereet pitävät padon pystyssä. Verhoilun tehtävä on suojata pataa mm. eroosiolta. Suodatinmateriaalit sekä kuivatusjärjestelmä pitävät huolta padon toiminnasta. Keräilyjärjestelmän avulla suotovedet johdetaan hallitusti pois padon ympäristöstä.



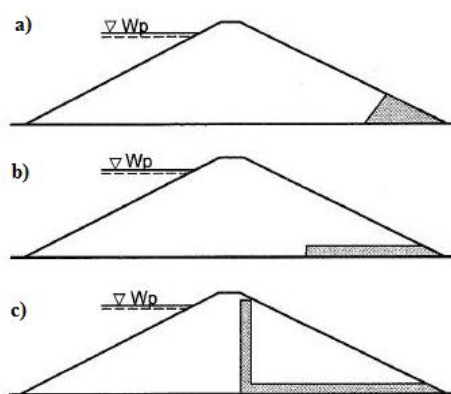
Kuva 2.4 Maapadon rakenteelliset osat. (Holm & Leskelä 1979)

Ravaskan (2005) mukaan maapatojen tiivistysosana käytettiin Suomessa yleisesti 1950-luvulle asti puuponttiseinää, joka ympäröitiin savi-, siltti- tai moreenimaamassoilla. Myöhemmin puuponttiseinä korvattiin betoni- tai teräspontilla. Tekniikan ja tietotaidon kehityksen myötä yleistyivät vähitellen homogeeniset maapatorakenteet, joiden rakennusmateriaaliksi yleistyi moreeni.

Homogeeninen maapato

Homogeeniset maapadot rakennetaan suurimmaksi osaksi yhdestä materiaalista (esim. Holm & Leskelä 1979). Rakennusmateriaaleina voivat vaihdella mm. savi, siltti ja moreeni. Tiivistysosa ja tukipenger rakennetaan yleensä samasta materiaalista. Rakennusmateriaalia kuluu homogeenisten patojen rakentamisessa paljon.

Kuvassa 2.5 on esitetty erilaisia esimerkkejä suodattimen sijoitusmahdollisuuksista homogeenisten maapatojen rakenteissa. Useimmiten maapadot tehdään moreenista ja niissä esiintyvät suodatintyypit voivat olla tilanteesta riippuen mitä tahansa kuvan 2.5 tyyppiä a-c. Kohdan b suodatintyyppi on yleisin Suomessa käytetty tyyppi ja se soveltuu hyvin matalille maapadoille, mutta korkeampien maapatojen kohdalla suodatinta voisi olla hyvä jatkaa vielä vinolla pystysuodattimella, kuten monissa ulkomaisissa patorakenteita käsittelevissä kirjallisuuksissakin esitetään. Tästä esimerkkinä Novak et al. (2001b), jotka esittävät kuvan maapadosta vinolla pystysuodattimella ja vaakasuoralla suodattimella padon alaosassa. Kuvan 2.5 esimerkeistä poiketen Suomen matalat padot ja tulvapenkereet ovat usein rakenteeltaan kuitenkin puhtaasti homogeenisia maapatoja, joista suodattimet ja verhousmateriaalit voivat puuttua kokonaan.

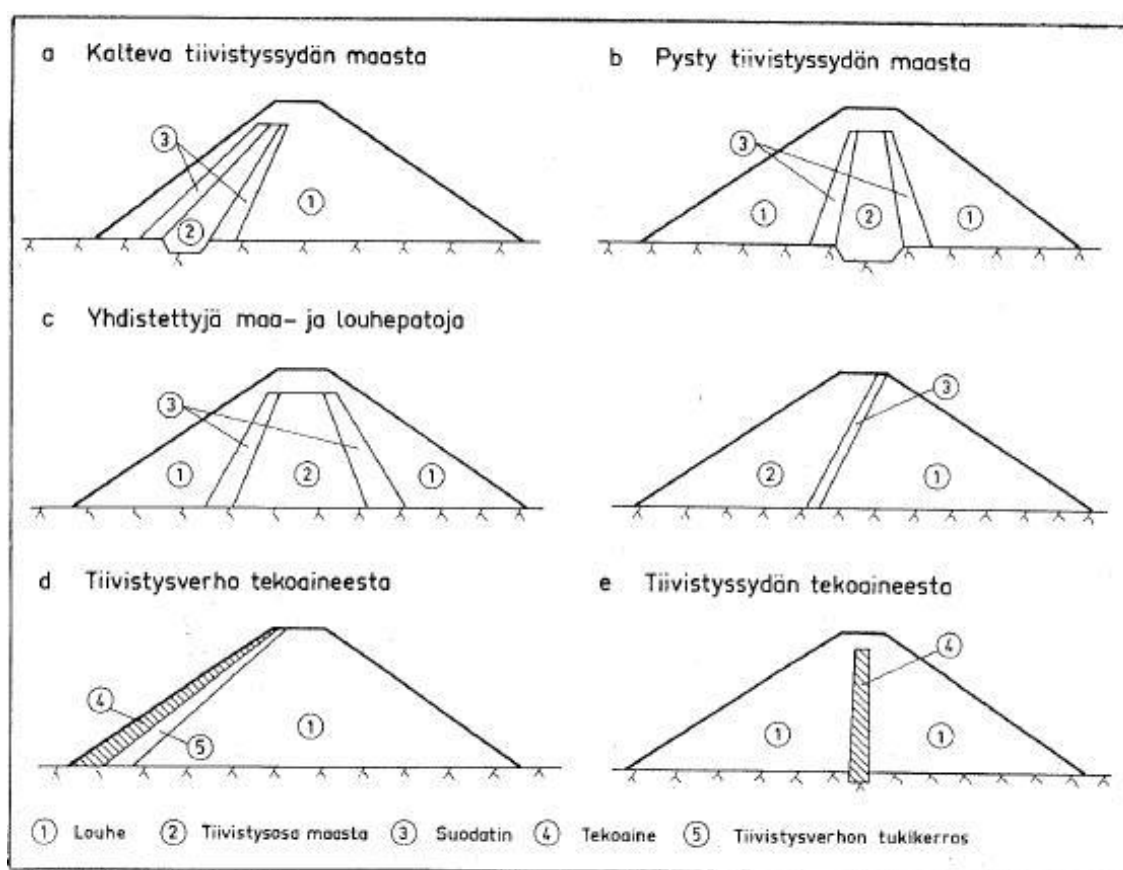


Kuva 2.5 Suodattimen sijoittamismahdollisuuksia homogeenisten maapatojen rakenteissa a) suodatin maapadon kannassa, b) vaakasuora suodatin padon alaosassa ja c) vaakasuora suodatin padon alaosassa sekä pystysuora suodatin padon keskellä.

(Holm & Leskelä 1979)

Vyöhykepato

Vyöhykepadot rakennetaan useammasta vedenläpäisyltään erilaisesta materiaalista (esim. Holm & Leskelä 1979). Vyöhykepadon rakenne koostuu tiivistys- ja suodatinosasta sekä tukipenkereestä ja verhousmateriaalista. Holmin & Leskelän (1979) mukaan tiivisteosa voi sijaita joko padon keskellä tai siitä yläveteen päin aina märän luiskan pintaan asti, jolloin voidaan puhua tiivistysverhosta. Yleensä tiivisteosan materiaalina käytetään Suomessa hiekka- tai silttimoreenia. Tiivisteosa voidaan kuitenkin tehdä myös tekoaineesta, esimerkiksi betonista. Verhoilu suojaa patoa esimerkiksi aaltojen, veden virtauksen, suotovesien ja jään aiheuttamalta eroosiolta. Verhoilun materiaalina voivat tilanteen mukaan vaihdella sora, sepeli ja louhe. Kuivan luiskan puolella voidaan käyttää myös ruohoverhousta ja märän luiskan puolella tekoaineita.



Kuva 2.6 Louhepatojen erilaiset rakennetyypit. (Holm & Leskelä 1979)

Louhepatojen materiaalista suurin osa on vettä hyvin läpäisevää louhetta tai kiveä (esim. Holm & Leskelä 1979). Louhepatojen voidaan sanoa olevan eräs vyöhykepa-

tojen alalaji, koska niiden rakenteet muistuttavat hyvin paljon toisiaan. Kuvassa 2.6 on esitetty louhepatojen pääasialliset rakenteelliset variaatiot kohdissa a-e. Kuvan 2.6 kohta c voisi esittää myös vyöhykepatoa. Holmin & Leskelän (1979) mukaan kuvan 2.6 kohdan e mukaisen ponttiseinärakenteen käyttö louhepatojen ja muidenkin maapatotyyppien rakennuksessa on poistumassa käytöstä. Lisäksi heidän mukaan louhepadot tarvitsevat usein pohjamaakseen kantavamman alustan kuin muut samankokoiset maapatot. Etenkin kuvan 2.6 kohtien a ja d mukaisten tyyppien tiivistysosat ovat herkkiä painumille.

Tulvapenger

Tulvapenkereiden rakenne muistuttaa homogeenisen maapadon rakennetta. Usein puhdas homogeeninen maapatorakenne riittää tulvapenkereille, johtuen niiden lyhytaikaisesta padotustarpeesta, mutta suodatinjärjestelmiäkin tarvitaan tilanteissa, joissa tulvapenkereisiin kohdistuu pidempiaikaisia vesipaineita. Usein tulvapenkeret on rakennettu suojaamaan penkereen takana olevia peltoja ja asutusalueita. Tulvapenkereiden mitoitus perustuu tulvasuojelun tarpeen mukaan tehtävään tapauskohtaiseen arviointiin, poiketen varsinaisen maapadon hydrologisesta mitoituksesta. (Holm & Leskelä 1979.) Uusimman patoturvallisuusopasluonnoksen (25.11.2009) mukaan tulvapenkereisiin sovelletaan maapadoille asetettuja teknisiä turvallisuusvaatimuksia vakavuuden, kasvillisuuden sekä kulku- ja huoltoyhteyksien osalta. Tavanomaista kuivatusjärjestelmää, suodatinrakenteita, märän luiskan, harjan ja kuivavaran mitoitusvaatimuksia ei aina käytetä sellaisenaan tulvapenkereissä, johtuen lyhytaikaisesta padottamistarpeesta (MMM työryhmä 2009). Vaikka suunnitteluperiaatteet ovat lähes samat kuin varsinaisilla maapadoilla, tulvapenkereiden varmuustaso on Holmin & Leskelän (1979) mukaan usein pienempi verrattaessa varsinaisiin maapatoihin, johtuen tulvapenkereiden käyttötarkoituksesta. Painumat voivat tulla tulvapenkereillä suuriksi, koska penkeret voidaan joutua rakentamaan löyhille pohjamaille.

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

3.1 YLEISTÄ PATOTURVALLISUUSLAINSÄÄDÄNNÖSTÄ

Lainsäädäntö velvoittaa padon omistajaa pitämään huolta patonsa turvallisuudesta. Patoturvallisuusoppaassa, jonka tarkoitus on neuvoa ja opastaa käytännönläheisesti lain ja asetuksen säädöksiä tulkintaa, ohjeistetaan myös kasvillisuudesta padoilla. Tässä kappaleessa selvitetään Suomessa vallitsevaa lainsäädäntöä patoturvallisuudesta ja etenkin kiinnitetään huomiota lainsäädännössä ja patoturvallisuusoppaassa mainittuihin kohtiin kasvillisuudesta, eläimistä ja luvattomista toimenpiteistä maapadoilla.

Ensimmäinen patoturvallisuuslaki ja –asetus otettiin käyttöön Suomessa 1984 patoturvallisuusjärjestelyjen ja viranomaisvalvonnan tehostamiseksi. Patoturvallisuustoiminta on suurilta osin käytännössä perustunut maa- ja metsätalousministeriön patoturvallisuusohjeisiin vuodelta 1997. Ohjeilla ei kuitenkaan ole ollut oikeudellista sitovuutta. Uusi patoturvallisuuslaki (L 26.6.2009/494) on tullut voimaan 1.10.2009. Se korvaa 1984 annetun patoturvallisuuslain (L 1.6.1984/413). Uudessa laissa on vahvistettu jo aiemmin hyviksi koetut ja toimivat käytännöt kirjaamalla perussäännökset padon omistajan vastuista ja velvollisuuksista lakiin. Uusi patoturvallisuusasetus tulee voimaan 2010.

Patoturvallisuusopas täydentää lakia. Patoturvallisuusohjeet vuodelta 1997 korvataan uudella patoturvallisuusoppaalla asetuksen voimaantulon jälkeen.

Patoturvallisuuslainsäädännön lisäksi patoturvallisuutta koskevat soveltuvin osin muun muassa jätelaki (L 3.12.1993/1072), kaivoslaki (L 17.9.1965/503), maankäyttö- ja rakennuslaki (L 5.2.1999/132), pelastuslaki (L 13.6.2003/468), valtioneuvoston asetus pelastustoimesta (A 4.9.2003/787), vesilaki (L 19.5.1961/264), vesiasetus (A 6.4.1962/282) ja ympäristönsuojelulaki (L 4.2.2000/86).

3.2 LUOKITTELU, KUNNOSSAPITO JA VALVONTA

Patoturvallisuuslaissa (L 26.6.2009/494) käsiteltäviä asioita ovat muun muassa padon suunnittelu, luokittelu, rakentaminen, kunnossapito, käyttö, onnettomuustilanteisiin varautuminen ja patoturvallisuuden valvonta.

Padot luokitellaan lain nojalla vahingonvaaran mukaan luokkiin 1, 2 ja 3, joista 1-luokan padolla on suurin vahingonvaara ja 3-luokan padolla pienin. Jos padosta ei aiheudu vaaraa onnettomuustilanteissa, voidaan pato jättää luokittelemattomaksi. Patoturvallisuuslain (L 26.6.2009/494) 11§:ssä säädetään patojen luokittelusta.

Lain mukaan kaikki padot, myös tulvapenkereet, kuuluvat patoturvallisuuslain piiriin. Maa ja metsätalousministeriö sijoitti 1.10.2009 aiemmin luokitellut Suomen padot lain mukaisesti luokkiin 1, 2 ja 3. Tämän mukaan 1-luokan patoja on tällä hetkellä 44 kpl, 2-luokan patoja 201 kpl ja 3-luokan patoja 121 kpl (Muilu 2009). Lain piiriin kuuluu yhteensä kuitenkin useita tuhansia patoja luokittelemattomat padot mukaan lukien. Tarkkaa patojen määrää ei tiedetä.

Patoturvallisuuslain (L 26.6.2009/494) mukaisen toiminnan yleinen ohjaus, seuranta ja kehittäminen kuuluvat maa- ja metsätalousministeriölle. Valvontaviranomaisen tehtävistä huolehtivat elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY -keskukset). Valvontavastuu on jaettu maa- ja metsätalousministeriön määräyksestä keskitetyksi viiden ELY -keskuksen eli Hämeen, Etelä-Pohjanmaan, Pohjois-Savon, Kainuun ja Lapin ELY -keskuksen kesken. Patoturvallisuuslain 5 §:ssä säädetään viranomaisista.

Kaikkia patoja, luokittelemattomiakin patoja, koskee lain mukainen kunnossapitovelvollisuus, käyttöä koskevat velvollisuudet ja muut yleiset velvollisuudet. Patoturvallisuuslain (L 26.6.2009/494) 7 §:ssä säädetään yleisistä velvollisuuksista sekä 15 §:ssä ja 16 §:ssä kunnossapitovelvollisuudesta ja padon käytöstä.

Padon omistajan on tehtävä luokitelluille padoille tarkkailuohjelma, jonka mukaan seurataan patoturvallisuuteen vaikuttavia seikkoja padon käyttöönoton ja käytön aikana. Ohjelmaan kuuluu jatkuvaa tarkkailua ja määräajoin tapahtuvaa tarkkailua. Määräajoin tapahtuviin tarkkailuihin kuuluvat vuositarkastukset ja määräaikaistar-

kastukset enintään viiden vuoden välein. Ohjelman hyväksyy patoturvallisuusviranomaisena toimiva elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Patoturvallisuuslain (L 26.6.2009/494) 13 §:ssä ja 14 §:ssä säädetään tarkkailuohjelmasta, luokittelupäätöksestä ja asiakirjojen hyväksymisestä.

Patoturvallisuuslain (L 26.6.2009/494) mukaan padon omistajan on selostettava tarpeellisissa määrin padosta aiheutuva vahingonvaara. 1-luokan padolle on tehtävä erityinen vahingonvaaraselvitys. Lisäksi viranomainen voi tarvittaessa määrätä vahingonvaaraselvityksen tekemisen mille tahansa padolle, jos se on tarpeen padon luokittelua varten. Vahingonvaaraselvityksessä selostetaan yksityiskohtaisesti padosta ihmisille, omaisuudelle ja ympäristölle aiheutuvat vahingonvaarat. Mikäli pato luokitellaan vahingonvaaraselvityksen perusteella 1-luokan padoksi, tulee padon omistajan laatia turvallisuussuunnitelma. Turvallisuussuunnitelmalla pidetään ajan tasalla suunnitelmaa padon omistajan toimenpiteistä onnettomuus- ja häiriötilanteissa. Pelastusviranomainen tekee lisäksi tarvittaessa harkintansa mukaan pelastuslain (L 13.6.2003/468) mukaisen pelastustoimen suunnitelman. Patoturvallisuuslain (L 26.6.2009/494) 12 §:ssä säädetään vahingonvaaraselvityksestä ja turvallisuussuunnitelmasta.

Valtioneuvoston asetusluonnoksessa patoturvallisuudesta (2009) täsmennetään patoturvallisuuslaissa (L 26.6.2009/494) säädettyjä kohtia padon hydrologisesta mitoituksista, padon teknisistä turvallisuusvaatimuksista, vahingonvaaraselvityksestä, padon turvallisuussuunnitelmasta, tarkkailuohjelmasta, turvallisuusjärjestelyistä ja tietojärjestelmästä. Asetus tulee voimaan vuoden 2010 alkupuolella.

3.3 MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS

Patoturvallisuuslain (L 26.6.2009/494) 19 §:ssä käsitellään määräaikaistarkastusta. Padon omistajan on järjestettävä tarkastus, johon patoturvallisuusviranomaisella ja pelastusviranomaisella on oikeus osallistua, viiden vuoden välein tai useammin 1-3 -luokan padoilla. Padon omistajan puolelta itse omistajan tai haltijan edustajan sekä riittävän pätevyyden ja kokemuksen omaavan henkilön on osallistuttava tarkastukseen. Samassa pykälässä todetaan myös, että määräaikaistarkastuksessa selvitetään

padon kunnan muutokset ja sen turvallisuuteen vaikuttavat seikat. Määräaikaistarkastuksesta laaditaan 1 ja 2-luokan padoille kirjallinen raportti ja padon asiantuntija laatii arvion padon kunnosta ja turvallisuudesta.

Tarvittaessa tehdään perusteellinen selvitys padon kunnosta (kuntoarvio). Patoturvallisuusopasluonnoksessa (MMM työryhmä 2009) on lueteltu maapatoja ja betonipatoja koskevia ongelmia, jotka voivat johtaa kuntoarvion tekemiseen. Opasluonnoksen mukaan patojen toiminta ja kunto voi heikentyä ikääntymisen seurauksena, mutta ikä ei kuitenkaan automaattisesti ole suora syy kuntoarvion tekemiseen.

Patoturvallisuusoppaassa (MMM työryhmä 2009) ohjeistetaan määräaikaistarkastuksesta tarkemmin. Oppaassa luetellaan mm. asiat, joita tarkastuksessa tulisi käsitellä. Näitä asioita patoturvallisuusopasluonnoksen mukaan ovat esimerkiksi:

- tarkistetaan edellisen määräaikaistarkastuksen kirjallinen raportti ja edellisen määräaikaistarkastuksen jälkeen tehdyt vuositarkastusraportit sekä tarkkailu- ja mittaustulokset ja mahdolliset korjaustyöt
- suoritetaan maastotarkastus, jossa tarkastetaan patoturvallisuuden kannalta tärkeiden laitteiden toimintakunto ja varajärjestelmät sekä kasvillisuus padoilla
- tarkistetaan padon luokitus sekä vahingonvaaraselvityksen, turvallisuustarkkailuohjelman ja turvallisuuskansion ajan tasalla olo
- sovitaan jatkotoimenpiteistä.

Liitteessä 1 on esimerkki määräaikaistarkastuksen asialistamallista. Tämän tutkimustyön ohessa osallistuttiin kahteen määräaikaistarkastukseen, joista kerrotaan kappaleessa 5.3.

3.4 KASVILLISUUS, ELÄIMET JA LUVATTOMAT TOIMENPITEET

Patoturvallisuuslaissa (L 26.6.2009/494) ei suoraan anneta ohjeita kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden hoitamiseksi padoilla. Asetusluonnos ja patoturvallisuusopasluonnos sen sijaan mainitsevat ja ohjeistavat kasvillisuuden ja mui-

den turvallisuuden kannalta haitallisten tekijöiden huomioimisesta ja kunnossapidosta patorakenteilla.

Valtioneuvoston asetusluonnoksessa patoturvallisuudesta (2009) 4 §:ssä "Padon yleiset tekniset vaatimukset", mainitaan kasvillisuudesta ja muista patoon kuulumattomista aineista ja esineistä seuraavaa:

"...Padolla ei saa olla kasvillisuutta tai padon rakenteeseen kuulumattomia aineita tai esineitä, jotka aiheuttavat vaaraa padon rakenteelle tai haittaa padon kunnossapidolle tai tarkkailulle..." (Valtioneuvoston asetusluonnos patoturvallisuudesta 2009).

Tällaista mainintaa edellisestä patoturvallisuusasetuksesta (A 27.7.1984/574) ei löydy. Patoturvallisuusopasluonnoksesta (MMM työryhmä 2009) löytyy tarkempia ohjeita yllä mainitun asetuspykälän ja muiden asetuksen sekä lain säädösten täyttämiseksi.

3.5 PATOTURVALLISUUSOPAS

3.5.1 Yleistä

Patoturvallisuusopas (MMM työryhmä 2009) täydentää patoturvallisuuslakia ja -asetusta. Oppaassa selvennetään säädösten vaatimuksia. Siinä annetaan esimerkkejä ja ohjearvoja sekä opastetaan selvitysten ja asiakirjojen laatimista lain antamien säädösten täyttämiseksi. Patoturvallisuusopas korvaa maa- ja metsätalousministeriön patoturvallisuusohjeet vuodelta 1997.

Aikaisempia painoksia patoturvallisuusohjeista on julkaistu vuosina 1985, 1991 ja 1997 (Vesihallitus 1985, Vesi- ja ympäristöhallitus 1991, MMM 1997). Vuosien 1985 ja 1991 ohjejulkaisujen mukaan maapadoilla ei sallittu juuri lainkaan puustoa ja kasvillisuutta. Uudessa opasluonnoksessa ja vuoden 1997 patoturvallisuusohjeissa on kasvillisuuden positiivisetkin vaikutukset otettu huomioon, eikä puuston kasvamista maapadoilla täysin kielletä.

Eläimistä ja luvattomista toimenpiteistä patoturvallisuusopasluonnoksessa (MMM työryhmä 2009) ei ole suoraa mainintaa, mutta esimerkiksi opasluonnoksen liitteen 5 kohdassa 3.3 "Rakenteen tarkkailu" mainitaan mittauksin ja silmämääräisesti tehtävästä tarkkailusta padolla. Tarkkailun tulee kohdistua opasluonnoksen mukaan etenkin tapahtuneisiin muutoksiin/ halkeamiin padon harjalla tai verhouksien kuntoon. Luvattomat toimenpiteet, liikenne padolla ja eläimet voivat aiheuttaa muutoksia padon rakenteessa esimerkiksi muodostamalla uria, koloja ja painaumia padon harjalle. Patoturvallisuusopasluonnoksen mukaan padon harjalla ei saa olla 50 mm syvempiä uria.

3.5.2 Ohjeistuksia kasvillisuudesta maapadoilla ja ajatuksia uudesta patoturvallisuusoppaasta

Seuraavassa on esitetty vuosina 1997, 1991 ja 1985 julkaistujen patoturvallisuusohjeiden (Vesihallitus 1985, Vesi- ja ympäristöhallitus 1991, MMM 1997) mainintoja kasvillisuudesta maapadoille asetettavien vaatimusten yhteydessä.

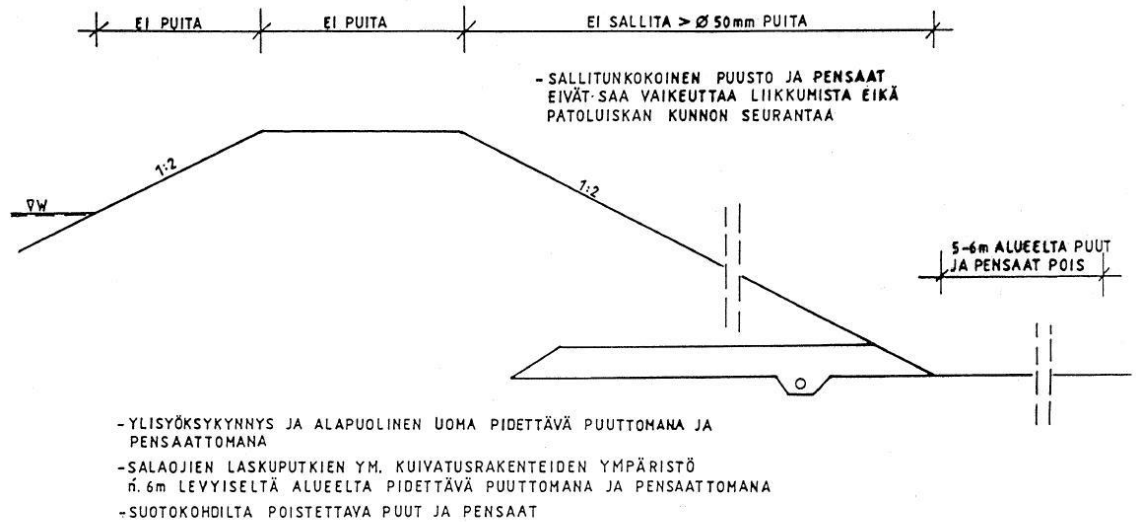
Vesihallituksen (1985) patoturvallisuusohjeissa todetaan:

"Maapadon harjalla ja märässä luiskassa ei sallita puustoa ollenkaan, eikä kuivassa luiskassa tyvestä mitattuna läpimitaltaan 50 mm suurempia puita. Vaatimuksesta voidaan poiketa vain patokohtaisen selvityksen perusteella" (Vesihallitus 1985, liite 5.1, kohta 7).

Melkein täysin vastaavin sanoin on todettu kasvillisuudesta vuoden 1991 patoturvallisuusohjeissa (Vesi- ja ympäristöhallitus 1991, liite 13, kohta 1.57).

Kuvassa 3.1 esitetään tarkemmin vuoden 1985 julkaisuun tehty täydennys, joka koskee puuston rajoituksia maapadolla.

PUUSTON KASVUN RAJOITUKSIA MAAPADOLLA (TÄYDENNYS 26.11.1986
PATOTURVALLISUUSOHJEIDEN LIITTEeseen 5.1)



Kuva 3.1 Puuston kasvun rajoituksia maapadolla. (Vesihallitus 1986)

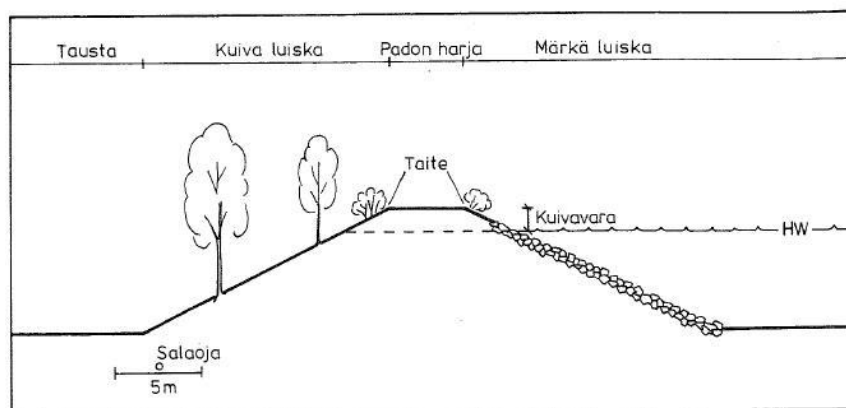
Vuoden 1997 patoturvallisuusohjeissa mainitaan kasvillisuudesta:

"Puuston, pensaston ja pintakasvillisuuden avulla voidaan parantaa padoalueen viihtyisyyttä ja liittymistä ympäröivään maisemaan. Kasvillisuus sitoo padon pintaosia syöpymiseltä. Kasvillisuus ei kuitenkaan saa aiheuttaa vaaraa rakenteelle eikä haittaa padon kunnossapidolle" (MMM 1997, liite 13, kohta 1.5.7).

MMM:n (1997) patoturvallisuusohjeissa on lisäksi annettu erikseen ohjeita märän luiskan, padon harjan ja kuivan luiskan kasvillisuuden osalta. Erikseen on mainittu myös tulvapenkereiden kasvillisuudesta ja sen hoidosta. Kasvillisuutta ei täysin kielletä millään padon eri osuudella, mutta ohjeita kasvillisuuden määrästä, laadusta, sijoittumisesta ja hoidosta on annettu padon rakenteen turvallisuuden, kulkuyhteyksien sekä tarkkailu- ja kunnossapitomahdollisuuksien säilymiseksi.

Kuvassa 3.2 on MMM:n (1997) patoturvallisuusohjeissa ja MMM:n työryhmän (2009) patoturvallisuusopasluonnoksessa esitetty periaatekuva kasvillisuuden sijainnista maapadolla. Periaatekuva on kaikille maapadoille yleisesti annettu ohjeistus,

joka ei kuitenkaan välttämättä sellaisenaan sovellu kaikille maapadoille, vaan ohjetta on sovellettava tilanteen mukaan. Tästä syystä olisikin hyvä pohtia, kannattaisiko uudessa patoturvallisuusoppaassa esittää omat kuvat eri maapatotyypeille.



Kuva 3.2 Kasvillisuuden sijainti maapadolla. (MMM 1997)

MMM:n työryhmän (2009) patoturvallisuusopasluonnoksessa kasvillisuus ja sen vaikutukset maapatojen ja penkereiden patoturvallisuudessa on otettu huomioon jälleen hieman paremmin. Viimeisimmässä patoturvallisuusoppaan luonnoksessa, maapadon kunnossapidon kohdalla, mainitaan mm. uusina kunnossapitoon kuuluvina töinä tarkkailua häiritsevän kasvillisuuden poisto, padon ja kuivatusjärjestelmän toimintaa vaarantavan kasvillisuuden poisto sekä harjan kulkukelpoisuutta haittaavan kasvillisuuden poisto. Raivaustöiden lisäksi patoturvallisuusopasluonnoksessa ohjeistetaan kasvillisuuden määrästä, laadusta, sijoittumisesta ja hoidosta kuten aiemmassa vuoden 1997 ohjeissa. Opasluonnoksessa annetaan ohjeita padon rakenteen turvallisuuden, kulkuyhteyksien ja tarkkailu- sekä kunnossapitomahdollisuuksien ja ympäristön viihtyisyyden säilyttämiseksi. Lisäksi patoturvallisuusopasluonnoksessa mainitaan myös kuivatusojien puhtaanapidosta ja kasvillisuudesta huolehtimisesta maapadoilla, jotta mahdolliset muodonmuutokset ja vettyneet kohdat maapadolla voidaan havaita.

Grayn & Sotirin (1995) toteamuksen vanhojen puustojen juuristojen levittäytymisestä jopa yli 10 metrin päähän rungosta (ks. s.44) perusteella kuvan 3.2 ja opasluonnoksessa esiintyvän ohjeen:

"Kuivatusjärjestelmään kuuluvien, padon ja tausta salaojaputkien alue tulee pitää vapaana puista ja pensaista olosuhteista riippuen vähintään 5 metrin leveydeltä" (MMM työryhmä 2009, s.79),

esitysmuotoa voisi olla hyvä tarkastaa ennen uuden oppaan julkaisua. Lisäksi opasluonnoksen kohta kasvillisuudesta tulvapenkereillä:

"Tulvasuojelupenkereissä puustoa ja pensastoa voi olla kuivan luiskan lisäksi myös märän luiskan puolella lähinnä kuivavavaran alueella" (MMM työryhmä 2009, s. 79),

voisi olla hyvä tarkastaa, perustuen Porin tulvapenkereillä tehtyihin havaintoihin ja Vuolan (2010) kommentteihin kuvasta 6.4 (ks. kohta 6.2.2).

4 KASVILLISUUDEN, ELÄINTEN JA LUVATTOMIEN TOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSET MAAPATOIHIN

4.1 TAUSTATIETOA

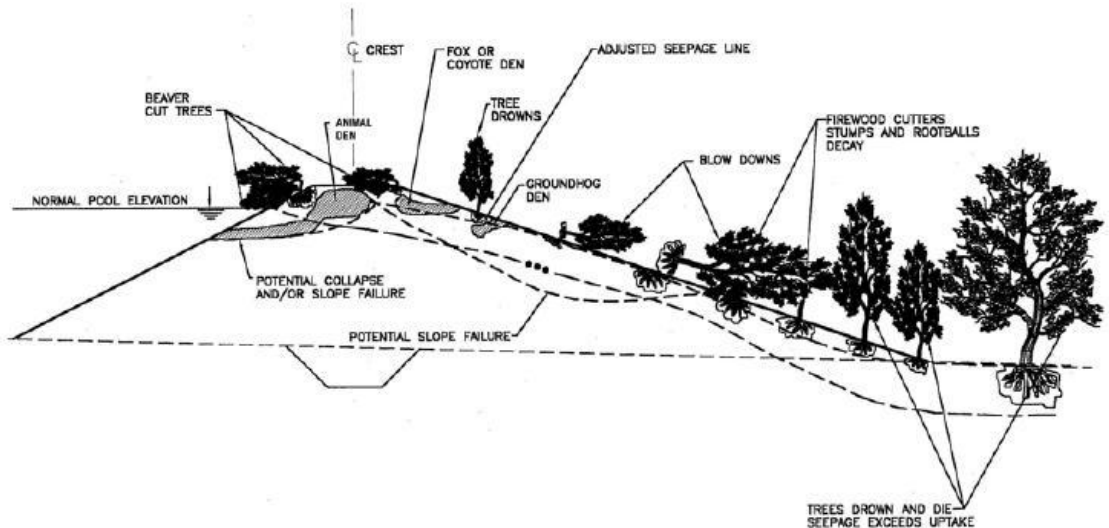
Tässä kappaleessa perehdytään aiempiin tutkimuksiin kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutuksista maapatoihin ja tutustutaan aiempien julkaisujen pohjalta maaperän ja kasvillisuuden välisiin suhteisiin sekä miten ne vaikuttavat maapatojen turvallisuuteen. Maaperästä ja kasvillisuudesta kerrotaan enemmän tämän kappaleen kohdassa 4.2, eläimistä kohdassa 4.3 ja luvattomista toimenpiteistä kohdassa 4.4.

Vuosisatojen ajan, eri puolilla maailmaa jokien varsilla ja erilaisilla rinteillä on hyödynnetty kasveja eroosio-ongelmien välttämiseksi. Teollistumisen myötä luonnon omien materiaalien käytön ovat kuitenkin syrjäyttäneet mm. betoni- ja teräsrakenteet. Nykyisin maisema- ja virkistysarvojen lisääntymisen myötä paineet ovat kasvaneet myös patojen entistä parempaan maisemointiin.

Padon omistajilla ja patoasiantuntijoilla on hyvin erilaisia näkemyksiä kasvillisuuden vaikutuksista maapatoihin. Kasvillisuus ajatellaan joko hyvin myönteisenä, patorakenteiden stabiliteettia ylläpitävänä tekijänä tai negatiivisena, stabiliteettia heikentävänä tekijänä, joka muuttaa padon hydraulisia olosuhteita ja aiheuttaa eroosiota. Kasvillisuus luo viihtyisyyttä ja mukauttaa patorakenteet paremmin ympäröivään maisemaan, mutta samalla se voi haitata näkyvyyttä, uhata padon turvallisuutta, vaikeuttaa padon tarkastelua ja houkutella luokseen eläimiä.

Yhdysvaltain liittovaltion pelastusviraston The Federal Emergency Management Agency:n (FEMA) (2005b) mukaan käsitys puuston positiivisista vaikutuksista padoilla, patorakenteiden pysyvyyttä parantavana tekijänä ei ole täysin yksiselitteinen. Yhdysvaltain liittovaltion pelastusvirasto FEMA on perustettu 1979. Sen tavoitteena on vähentää erilaisissa onnettomuustilanteissa ihmisiin kohdistuvia vahinkoja, taloudellisia vahinkoja ja suojata yhteiskunnan toiminnan kannalta elintärkeää infrastruktuuria. FEMA on 2003 perustetun yhdysvaltalaisen kansallisen turvallisuuden osas-

ton (Department of Homeland Security) alainen virasto. (FEMA 2010.) Kuva 4.1 on edellä mainitusta FEMA:n julkaisusta. Siinä näkyy esimerkkejä puiden ja eläinten aiheuttamista ongelmista maapadolla.



Kuva 4.1 Eläinten ja puiden aiheuttamia ongelmia maapadolla. (FEMA 2005b)

Arvioitaessa kasvillisuuden vaikutuksia maapatoihin asiantuntijan tulee tunnistaa yleisimmät puu- ja kasvilajit sekä niiden kunto ja niiden positiiviset sekä negatiiviset vaikutukset patorakenteeseen. Hoskins et al. (1993) ja Hoskins & Rice (1992) toteavat asiantuntijoiden aiemmin välttäneen kaiken muun kasvillisuuden paitsi ruohokasvillisuuden esiintymistä maapadoilla, koska käsitys kasvillisuuden vaikutuksista maapatojen stabiileetille on ymmärretty haitalliseksi. Artikkeleissa todetaan myös, että kyseinen käsitys ja puutteelliset tiedot aiheesta voivat olla harhaanjohtavia ja puiden sekä muun kasvillisuuden esiintyminen tietyillä osilla maapatoa voi lisätä padon turvallisuutta.

Kasvillisuuden ohella eläimet voivat aiheuttaa vaurioita maapadoilla. Padon läheisyydessä elävät eläimet on osattava tunnistaa ja on ymmärrettävä millaisia ongelmia eläimet voivat saada aikaan maapadoilla. Näitä tietoja tarvitaan, jotta asiantuntija voi ymmärtää eläimiin kohdistuvan tarkkailun tärkeyden osana patoturvallisuuden ylläpitoa. Esimerkiksi tarkkailijan huomattessa padon luiskalla eläimen kaivamia koloja, on

ymmärrettävä kolojen merkitys padon rakenteeseen, jotta ongelmaan osataan tarvittaessa oikealla tavalla reagoida (FEMA 2005a).

Eläimet voivat turmella maapatojen rakenteita usealla eri tavalla. Ne voivat toiminnallaan muuttaa maapadon hydraulisia olosuhteita, heikentää rakenteiden eheyttä ja aiheuttaa pinnan eroosiota (FEMA 2005a). Hydraulisia muutoksia ovat mm. suotokanavien muodostuminen patorakenteeseen. Nämä edelleen voivat aiheuttaa padon luiskien sortumisvaaran. Rakenteiden eheyden heikentyminen näkyy mm. erilaisina painumina patorakenteissa. Painumia ja sortumia muodostuu eläinten kaivamien kolojen ja esimerkiksi rankkasateiden, lumen sulamisen tai padon harjalla kulkevan raskaan liikenteen yhteisvaikutuksesta. Pinnan eroosiota tapahtuu mm. eläinten kulemisesta padon harjalla ja padolla liikennöivän kaluston yhteisvaikutuksesta.

Maapadoilla tapahtuvia patorakenteeseen mahdollisesti vaikuttavia toimenpiteitä voivat olla mm. erilaiset putki- ja kaapelikaivutyöt, erilaisten rakennelmien kuten veneiden lasku- ja pitopaikkojen tekeminen patorakenteeseen, ilkivaltaiset tuhotyöt padolla ja raskaan kuljetuksen liikennöinti. Usein tällaisiin toimenpiteisiin liittyy tietämättömyyttä siitä, kuinka maapadon läheisyydessä tulisi toimia, mutta joissakin tapauksessa toiminta voi olla myös tahallisesti toteutettua ns. luvattomiin toimenpiteisiin kuuluvaa toimintaa.

4.2 MAAPERÄ JA KASVILLISUUS

4.2.1 Yleistä

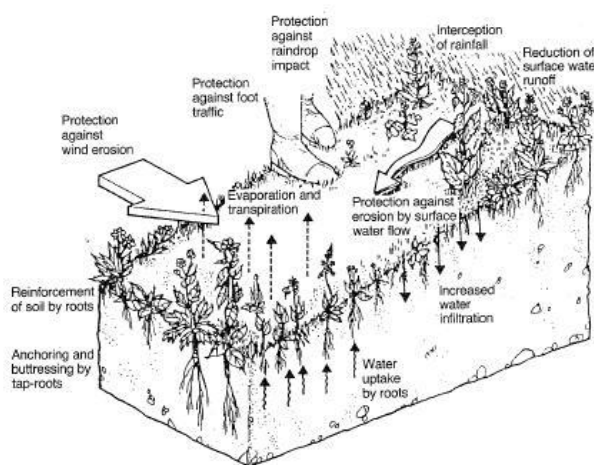
Geotekniikkaa, maaperäfysiikkaa, maaperän stabiliteettia ja eroosion hallintaa sekä kasvillisuuden ja maaperän välisiä suhteita on tutkittu paljon. Aiheista ovat kirjoittaneet esimerkiksi Russell (1961), Kramer (1983), Bache & MacAskil (1984), Vakkinen (1986), Kramer & Boyer (1995), Gray & Sotir (1995), Morgan (1995), Rickson &

Morgan (1995), Styczen & Morgan (1995), Wu (1995), Hillel (2004) ja Rantamäki et al. (2006). Kasvillisuuden juuriston vaikutuksia maaperän stabiliteettiin on tutkittu myös suhteellisen paljon. Enimmäkseen tutkimukset ovat kuitenkin koskeneet luon-

nonmukaisia luiskia ja rinteitä tai tulvapenkereitä. Tutkimuksia varsinaisilla maapadoilla ei niinkään ole tehty.

Tässä kappaleessa käsitellään maaperän ja kasvillisuuden juuriston rakennetta sekä tarkastellaan millaisia yhteisvaikutuksia näillä on maapatojen pysyvyyteen muun muassa edellä mainittujen kirjallisuuksien valossa. Lisäksi tässä kappaleessa esitellään muutamia yleisimpiä Suomen maapadoilla tavattuja puu- ja kasvilajeja.

Puiden ja kasvien vaikutuksesta maapatoihin on erinäisiä näkemyksiä. Kasvillisuus vaikuttaa patorakenteen hydrologiaan ja mekaaniseen pysyvyyteen monella eri tavalla (esim. Styczen & Morgan 1995). Vaikutukset ovat kasvillisuuden ohella riippuvaisia maaperästä ja näiden molempien tekijöiden yhteisvaikutuksista. Rantamäen et al. (2006) mukaan maaperä on irrallista, orgaanisten tai epäorgaanisten ainesten muodostamaa, eri maalajeista koostuvaa massaa kallioperän pinnalla. Se toimii kasvu- alustana kasveille ja puille sekä ihmisten rakentamien rakennelmien perustana ja rakennusmateriaalina. Kuvassa 4.2 on esitetty yleisesti kasvillisuuden hydrologisia vaikutuksia maaperään (Styczen & Morgan 1995, s. 7). Näitä ovat muun muassa suojaavat vaikutukset vesisadetta, tuulta, kulkemisesta johtuvaa kulutusta ja pintavalunnasta johtuvaa pintaeroosiota vastaan. Lisäksi kuvassa 4.2 mainitaan esimerkiksi kasvillisuuden haihdutusvaikutus, juurten vedenjohtokyvyn vaikutukset ja juuristosta johtuvat maaperää tukevat ja lujittavat vaikutukset.



Kuva 4.2 Kasvillisuuden hydrologinen vaikutus maaperään.

(Styczen & Morgan 1995)

Maailmalla useilla padoilla on aiemmin tarkoituksella kasvatettu puustoa ja muuta kasvillisuutta. Hoskinsin & Ricen (1992) mukaan puustoa kasvatettiin padoilla yleisesti 1700-luvun loppupuolelle asti. Artikkelin mukaan 1800–1900-luvuilla alettiin rakentaa jyrkempiä ja korkeampia patorakenteita hankalampiin ympäristöihin, jolloin kasvillisuus padoilla alkoi rajoittua heinä- ja pusikkokasvillisuuteen. Jyrkät patoluisikat ja vaikeat ympäristöt eivät enää soveltuneet puuston kasvulle padoilla. Hoskinsin & Ricen (1992) mukaan tästä alkoi kehittyä käsitys puuston haitallisesta vaikutuksesta maapadon rakenteelle ja käsitys on vähitellen johtanut niin vanhan kuin uudenkin puuston poistamiseen padoilta. Tämä käsitys vallitsee yhtenä käsityksenä asiantuntijoiden keskuudessa edelleen.

Kuvassa 4.3 on esimerkki eräästä ratkaisumahdollisuudesta kasvillisuuden säilyttämiseksi padon läheisyydessä ilman, että siitä on haittaa padon rakenteelle. Kuva 4.3 on Harjavallan voimalaitospadolta, jossa itse padottavan osuuden takana on matalampi painopenger. Puut ja pensaat kasvavat pääsääntöisesti tällä painopenkereellä. Näin voidaan huomioda samalla kasvillisuuden esteettinen vaikutus ympäristölle ja välttää kuitenkin puiden juuriston tunkeutuminen itse padottavaan rakenteeseen.



*Kuva 4.3 Harjavallan voimalaitoksen maapadolla kasvavaa kasvillisuutta.
(Mikko Sulkakoski)*

4.2.2 Maaperän ominaisuudet

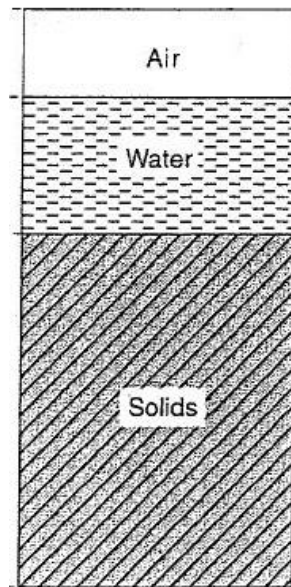
Tässä kappaleessa käsitellään perusasioita liittyen maaperän ominaisuuksiin. Tarkempia tietoja maaperästä, maalajien nimeämisestä ja ominaisuuksista sekä niihin liittyvistä maaperätutkimuksista, löytyy muun muassa Rantamäen et al. (2006), Kramerin (1983) ja Vakkilaisen (1986) teksteissä, joihin myös tässä kappaleessa viitataan.

Maaperän ominaisuudet ja niiden vaihtelut vaikuttavat kasvien ja puiden juurien kasvuun. Eri maalajeilla on erilaiset ominaisuudet. Rantamäki et al. (2006) jaottelevat maalajien ominaisuudet kahteen ryhmään: luokitusominaisuuksiin ja geoteknisiin ominaisuuksiin. Luokitusominaisuudet kuvaavat maaperän koostumusta ja rakenneominaisuuksia, kun taas geotekniset ominaisuudet kuvaavat maaperän käyttäytymistä rakennuspohjana ja maarakenteena. Koostumusta kuvaavia ominaisuuksia ovat rae-
muoto, humuspitoisuus, lajitepitoisuus ja kiintotiheys. Rakenneominaisuuksia ovat vesipitoisuus, rakennetyyppi, tiiviys ja tiivistyminen sekä plastisuus. Geoteknisiin ominaisuuksiin puolestaan kuuluvat hydrauliset ominaisuudet, routivuus ja lujuusominaisuudet, painumis- ja muodonmuutosominaisuudet, lämpötekniset ja dynaamiset ominaisuudet. Lisäksi voidaan puhua maarakennusominaisuuksista, jotka vaikuttavat maarakennustyömenetelmiin ja käytettävien maarakennuskoneiden toimintakykyyn sekä työn kustannuksiin.

Maaperän pintaosien fysikaaliset, kemialliset ja biologiset vaikutukset asettavat rajoituksia kasvillisuuden juuriston ja lehvästön kasvulle. Lisäksi maaperä tukee kasvillisuutta ja se toimii vesi- ja ravinnevarastona. Maaperän pintakerroksissa esiintyvillä erilaisilla mikro-organismeilla, madoilla ja hyönteisillä on tärkeä merkitys juurten kasvuun ja maaperän kemiallisiin ja fysikaalisiin olosuhteisiin. (Kramer 1983.)

Maaperä koostuu kolmesta osasta, joita ovat kiinteä osa, nestemäinen osa ja kaasumainen osa (kuva 4.4.). Vakkilaisen (1986) mukaan kiinteä osa sisältää vaihtelevissa määrin orgaanisia ja epäorgaanisia ainesosia, nestemäinen osa sisältää vettä ja siihen liuenneita aineksia ja kaasumainen osa sisältää muun muassa happea, typpeä ja hiilidioksidia. Maapartikkelien koko voi vaihdella paljon (esim. Kramer 1983, Vakkilainen 1986). Yksittäiset partikkelit voivat olla hyvin suuria, silmin havaittavia tai hy-

vin pieniä, kolloidisia partikkeleita. Maaperän rakeisuus määräytyy partikkelien kokojakauman mukaan.



Kuva 4.4 Maaperän kolmijakoisuus. (Modifioitu: Hillel 2004)

Suomessa maapadot ovat kivennäismaata. Niiden tiivisteosat on useimmiten rakennettu moreenista ja verhoukset sekä suodattimet murskeesta, louheesta tai sorasta. Nurmetus ja kasvillisuus kasvatetaan yleensä ohuen multaverhoilun päälle. Maaperätutkimuksia Suomen maapadoilla on tehty ainakin Kemijoen maapadoilla kasvavien puiden juuriston rakenteeseen liittyvässä tutkimuksessa vuonna 1984. Tutkimuksesta kerrotaan tarkemmin kohdassa 4.2.5.1.

4.2.3 Juurten kasvu, kehitys ja morfologia

Kasvit ja puut tarvitsevat kasvaakseen oikeassa suhteessa valoa, lämpöä, vettä ja ravinteita. Kasvumaaperä yhdessä fysikaalisten ja kemiallisten tekijöiden kanssa vaikuttavat kasvien ja puiden kehitykseen. Kasvillisuuden kasvuprosessissa voidaan erotella toisistaan juurten ja lehvästön kasvu. Näiden kasvu tapahtuu eri olosuhteissa ja eri ajanjaksoissa. Juuret ja lehvästö tarvitsevat kuitenkin toinen toisiaan, jotta kasvi tai puu pysyy hengissä. Maapadon rakenteesta, ominaisuuksista ja padon ympäristön olosuhteista sekä kasvien omista vaatimuksista riippuen padon luiskilla ja harjalla elää erilaisia kasvi- ja puulajeja.

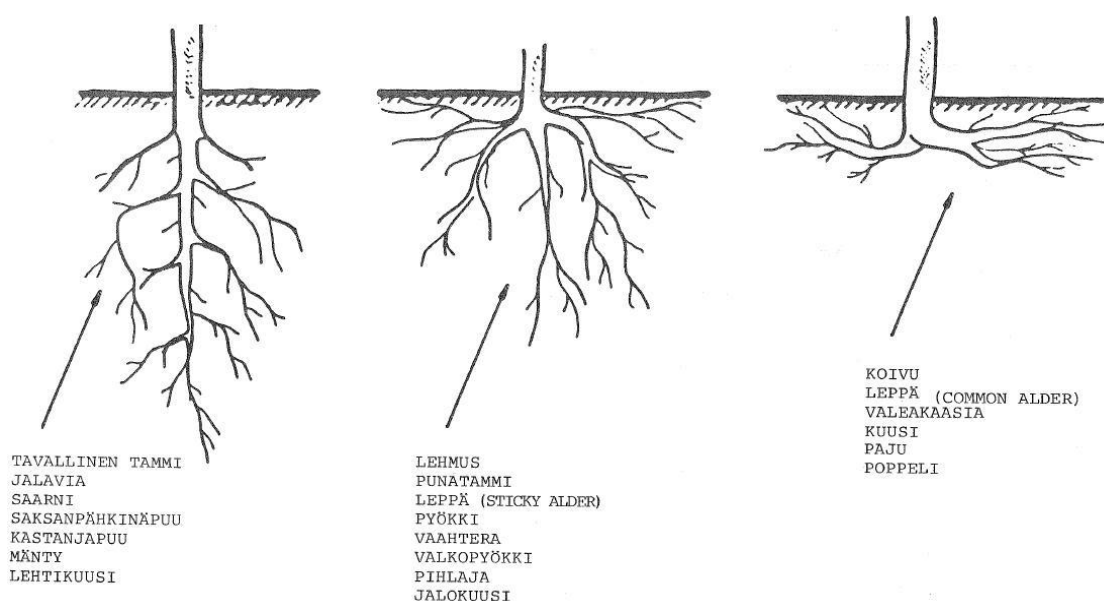
Juurten kasvua on tutkittu paljon. Tutkimukset ovat kohdistuneet yleensä perinteiseen metsämaaperään ja luonnonmukaisiin rantapengeremaihin, eikä niinkään ihmisten rakentamiin patorakenteisiin, joita tässä työssä erityisesti tutkitaan kasvualustana. Juuristosta, sen tutkimusmenetelmistä sekä juurten ja maaperän välisistä suhteista ovat kirjoittaneet muun muassa Russell (1961) ja Böhm (1979). Vogt & Persson (1991) käsittelevät puiden kasvua, juuristoa sekä vesi-, ravinne- ja hormonaalisia suhteita. Lisäksi Kramer (1983) sekä Kramer & Boyer (1995) käsittelevät mm. erityyppisten juurten kasvua ja niiden ominaisuuksia, pituuskasvua, levinneisyyttä, syvyyttä maaperässä sekä eri vuodenaikojen, ravinteiden, suolapitoisuuksien ja pH:n vaikutusta juurten kasvuun.

Edellisten teosten lisäksi aiheesta on kirjoitettu useita ulkomaisia artikkeleita (esim. Lyr & Hoffman 1967). Artikkelissa käsitellään aikaisempien tutkimusten ja kirjoittajien omien tutkimusten valossa juurten rakennetta sekä ajan ja ympäristöolosuhteiden vaikutusta juurten kasvuun. Lyr & Hoffman (1967) toteavat muun muassa, että vesi ja typpi määräävät puiden juurien kasvua ja suuntautumista maaperässä. Juurien ominaisuudet vaihtelevat kuitenkin lajien, yksilöllisten ominaisuuksien ja kasvuolosuhteiden mukaan. Juurten elinikä vaihtelee myös olosuhteiden ja puun ominaisuuksista riippuen. Osa juurista voi kuolla esimerkiksi vuodenajan vaihtelun, kuivuuden tai iän seurauksena. Kuolleet juuret luovat tilaa uusille juurille ja vanhojen juurien levittymiselle.

Suomessa puiden juuriston kasvua, kehitystä ja morfologiaa eli muoto-oppia ovat tutkineet muun muassa Metsäntutkimuslaitos (Metla), Suomen metsätieteellinen seura ja Helsingin sekä Joensuun yliopistot (esim. Kalliokoski 2008, Jokela 2006). Lisäksi erilaisten kasvien juuristoon Suomessa on perehdytty esimerkiksi suomalaisen eläin- ja kasvitieteellisen seuran Vanamon julkaisuissa (esim. Kivenheimo 1947). Kalliokoski et al. (2008) esittelevät tutkimusta, jossa tarkasteltiin Suomen metsien kolmen yleisimmän puulajin juuriston rakennetta. Tutkimuksessa kaivettiin koivun, männyn ja kuusen juuristoja. Yhteensä 63 juuristoa kaivettiin ylös viidestä eri sekametsästä. Tarkoituksena oli tutkia juuristojen välisiä eroja eri puulajien ja kasvupaikkojen suhteen. Kalliokoski et al. (2008) toteavat, että vertailu puulajien ja kasvupaikkojen suhteen.

kojen välillä on vaikeaa, sillä juuristoaineisto sisältää hyvin paljon vaihtelua. Yhden puun juuretkin voivat poiketa toisistaan hyvin paljon.

Juuriston muoto riippuu ympäristön olosuhteista ja puun geeniperimästä. Vahva vertikaalinen juuristo lujittaa penkereen rakennetta ja vähentää penkereen pintaeroosiota. Myös pienemmistä juurista koostuvasta tiheästä juuriverkostosta on enemmän hyötyä penkereen tiiviydelle, kuin muutamasta paksusta paalujuuresta. (Gray & Sotir 1995.) Myös Gray & Sotir (1995) toteavat juuriston rakenteen vaihtelusta kuten edellä Kalliokoski et al. (2008): heidän mukaan kasvien ja puiden juuristosta puhuttaessa on hyvä muistaa, että eri lajien ja saman lajin yksilöidenkin välillä juuriston muoto ja ominaisuudet vaihtelevat hyvin paljon. Grayn & Sotirin julkaisussa on esitetty juurten morfologinen jako kolmeen perusryhmään: taproot, heartroot ja plateroot. Šimekin (1983) jaottelee puiden juuristot muodoltaan kolmeen yleisimpään ryhmään. Kuvassa 4.5 esitellään nämä ryhmät ja niiden alle on jaoteltu muutamia puulajeja juuristomuototyyppin mukaan (kuva on suomennettu versio Pustinan (1983) kuvasta).



Kuva 4.5 Puiden juuriston kolme yleisintä muototyyppiä. (Pustina 1983)

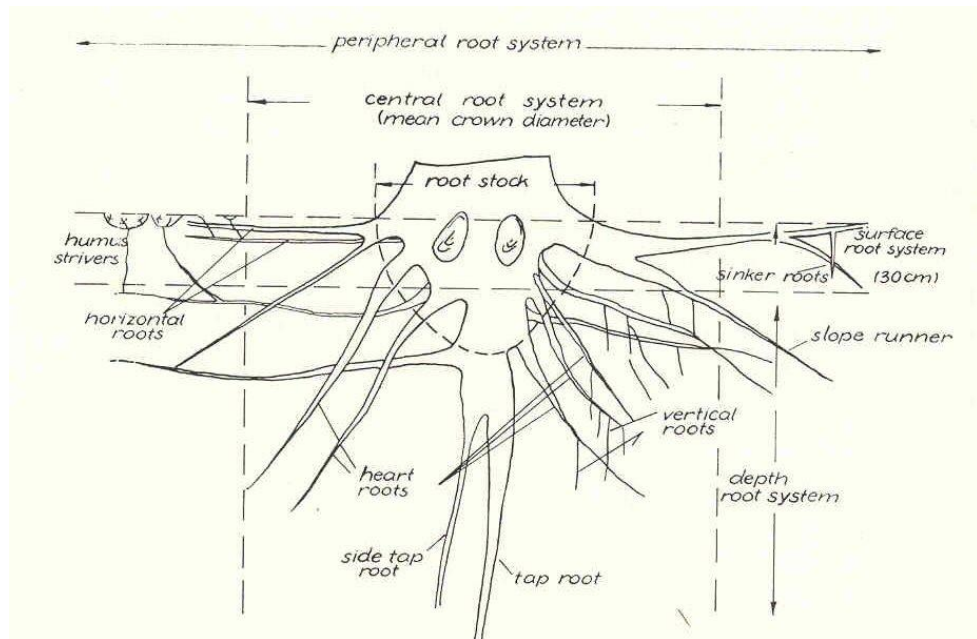
Jaottelun mukaan tammi, mänty, saarni, jalava, lehtikuusi, saksanpähkinäpuu ja kastanjapuu kuuluvat kuvan 4.5 vasemmanpuoleiseen, alaspäin kasvavaan ja ohenevaan pääjuuri-ryhmään (Gayn ja Sotirin (1995) mukaan ns. taproot-ryhmä); lehmus, puna-

tammi, leppä, pyökki, vaahtera, valkopyökki, pihlaja ja jalokuusi kuuluvat keskimäiseen viistosti syvään ja leveälle levittyvään versojuurityyppiseen ryhmään (Gayn ja Sotirin (1995) mukaan ns. heartroot-ryhmä) ja paju, poppeli, koivu, leppä, vaaleakasja ja kuusi kuuluvat oikeanpuoleiseen maaperän pintaosissa esiintyvään versojuurityyppiseen ryhmään (Gayn ja Sotirin (1995) mukaan ns. plateroot-ryhmä).

Kasvien ja puiden juuristosta voidaan erotella toisistaan pääjuuret eli paalujuuret ja sivujuuret. Suurien puiden, pensaiden ja kasvien juuristojen välillä on selviä eroavaisuuksia. Puiden ja pensaiden juuret ovat yleensä paksuja ja ulottuvat usein syvälle maaperään, kun kasvien juuret ovat usein hyvin pieniä ja ne ulottuvat vain maaperän pintakerrokseen. Vallitsevan käsityksen mukaan sivujuurten tehtäväksi määritellään useissa eri lähteissä ravinteiden ja veden otto ja pääjuurten tehtäväksi ravinteiden ja veden kuljetus sekä puun tai kasvin pitäminen pystyssä. Böhm (1979) jaottelee pienet hienojuuret niiden koon mukaan hallitsevampiin juuriin, joiden halkaisija on < 2 mm ja erittäin pieniin juuriin, joiden halkaisija on $< 0,5$ mm. Vogtin & Perssonin (1991) mukaan yleisimmät jaotteluluokat halkaisijan mukaan puiden juurille ovat:

- kaikista pienimmät juuret, $< 0,5$ mm
- hyvin pienet juuret 0,5-2 mm
- pienet juuret $> 2-5$ mm
- keskikokoiset juuret $> 5-20$ mm
- suuret juuret > 20 mm

Joidenkin kasvien ja puiden juuret koostuvat ainoastaan laaja-alaisista ja melko saman paksuisista juurista. Joidenkin lajien juuristoon taas kuuluu yksi vahva ja suhteellisen syvään tunkeutuva pääjuuri ja lisäksi pienempiä rungon sivuille levittyviä juuria. Kuvassa 4.6 on kuvattu puun juuripaakkua ja nimetty sen eri juuriosat (Lyr & Hoffman 1967).



Kuva 4.6 Esimerkki puun juurimuodostumasta. (Lyr & Hoffman 1967)

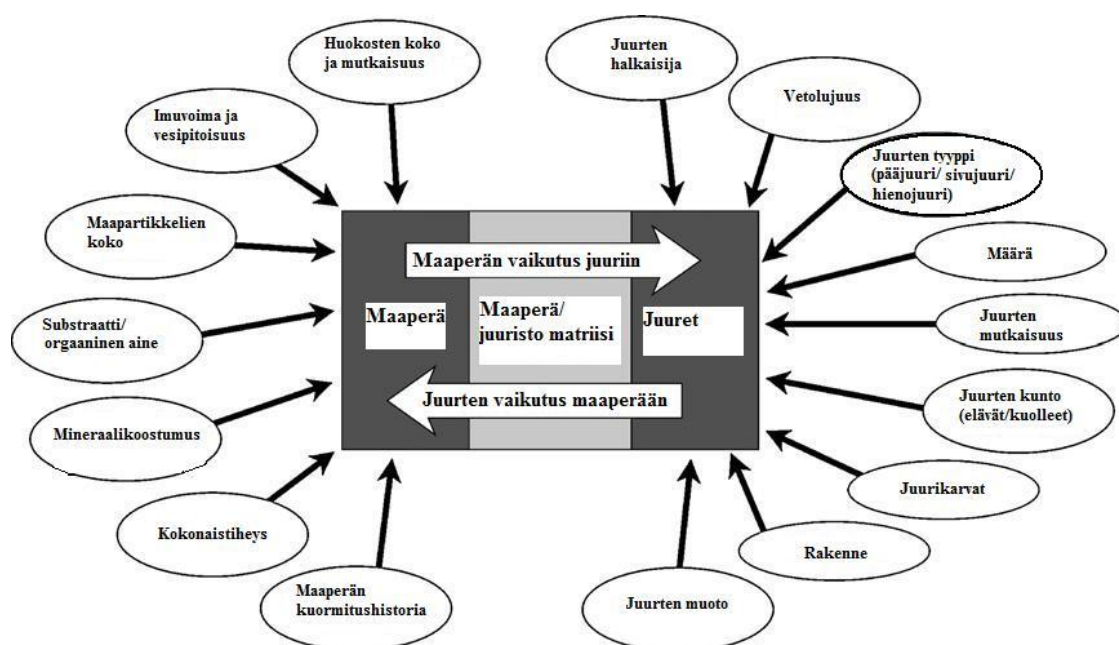
Syvälle tunkeutuvan juuriston avulla kasvillisuus voi selvitä kuivien kausien yli. Vanhojen puiden ja kasvien pääjuuri voi myös ulottua yli 10 metrin syvyyteen maanpinnan alapuolelle (esim. Morgan & Rickson 1995). Heidän mukaan matalan juuriston kasvattavat kasvit ja puut kaatuvat muita helpommin myrskyssä. Ne eivät myöskään kestä kuivuutta yhtä hyvin kuin syvälle juurtuneet yksilöt, mutta vastavasti ne voivat matalalla sijaitsevilla juuristoillaan hyödyntää paremmin sateiden tuomat vedet maan pintakerroksista. Vanhojen puiden juuristot voivat myös levittäytyä yli 10 metrin päähän rungosta (esim. Gay & Sotir 1995). Kivenheimo (1947) toteaa tutkimuksessaan, että aluskasvien juuristot levittäytyvät valtaosaltaan samoihin maakerroksiin kuin pääosa puidenkin juurista. Kivenheimon (1947) toteamus kumoaa vallitsevan käsityksen siitä, että metsissä aluskasvillisuus kuvastaisi pelkästään maan pintakerrosten ominaisuuksia. Toteamuksen perusteella puiden lisäksi osa aluskasvillisuudesta voi ottaa ravintonsa ja veden myös syvemmistä maakerroksista.

Edellisten pohjalta voidaan todeta, että puiden ja kasvien kasvu, kehitysvaiheet ja muoto voivat vaihdella hyvin paljon samalla lajillakin kasvin ominaisuuksista ja ympäristön olosuhteista riippuen. Lisäksi on syytä huomata, että maapato kasvualustana on erilainen perinteiseen maaperään verrattuna. Esimerkiksi maapadon luiskilla kasvavan puun juuret voivat kaltevasta maaperästä johtuen kehittyä hyvin erilaisiksi

verrattuna suoralla ja perinteisellä kasvualustalla kasvavaan saman lajin puun juuristoon.

4.2.4 Kasvillisuuden vaikutus maaperän stabiliteettiin

Juurten ja maaperän ominaisuuksista riippuen kasvin ja maaperän välillä vallitsevat lujuussuhteet vaihtelevat. Kuvassa 4.7 on suomennettu versio Loadesin et al. (2009) artikkelissa esiintyvistä juurten ja maaperän välisiä suhteista kuvaavasta kaaviosta. Siinä on esitetty asioita, jotka vaikuttavat juurten ja maaperän väliseen lujuuteen. Näitä asioita ovat muun muassa juuren halkaisija, juuren tyyppi, juurten määrä, juurten muoto, maaperän huokoisuus, maaperän rakeisuus ja maaperän vesi-, ravinne- ja mineraalipitoisuus.



Kuva 4.7 Asioita, jotka vaikuttavat juurten ja maaperän lujuuteen.

(Modifioitu: Loades et al. 2009)

Loadesin et al. (2009) artikkelissa on tutkittu kuinka juurten koko ja niiden vetolujuus 50 mm pintamaakerroksessa vaikuttavat maaperän lujuuteen. Tutkimuksessa käytettiin ohraa. Juurten vetolujuusmallien käyttöä varten kerättiin tiedot RAR-luvusta (the root area ratio), juurten vetolujuudesta, juurten halkaisijasta ja maaperän lujuudesta. RAR-luku saadaan vertaamalla juurten ja tutkittavan kasvualustan välistä pinta-alasuhdetta. Tutkimusten perusteella Loades et al. (2009) toteavat artikkelis-

saan, että tiheät juurikasvustot lisäävät maaperän stabiliteettia ja näin ollen lisäämällä kasvien kasvutihetyttä lisätään myös maaperän lujuutta ohraa kasvavassa maaperässä.

RAR-luvun ja maaperän lujuuden suhteesta on kirjoittanut myös esimerkiksi Waldron (1977). Hän toteaa artikkelissaan, että maaperän lujuus voi todella johtua RAR-luvusta. RAR-luvusta ja sen vaikutuksesta maaperän lujuuteen kertovat tarkemmin myös esimerkiksi Gray & Sotir (1995).

Juurten ja maaperän välisiä lujuussuhteita ovat tutkineet aiemmin myös Wu et al. (1979) ja Watson et al. (1999). Watson et al. (1999) kertovat tutkimuksesta, jossa seurattiin männyn ja valkoisen teepuun (White tea-tree) juuriston lahoamista ja lahoavien juurien vetolujuuden ja kasvun muuttumista Uudessa-Seelannissa. He toteavat muun muassa, että puun kaadon jälkeen juurien lahoaminen alkaa puulajista riippuen hyvin eri aikoihin. Mäntyjen ja muiden havupuiden juurten todetaan alkavan lahota jo muutaman viikon jälkeen puun kaadosta, kun taas kestävämmillä puilla, kuten valkoisella teepuulajilla, lahoaminen alkaa vasta noin 12 kuukauden päästä puun kaadosta. Lisäksi he toteavat puun juurien vetolujuuden laskevan puun kaadon jälkeen männyllä noin 17,62 MPa:sta 3,33 MPa:iin kahden ja puolen vuoden aikana ja valkoisella teepuulla noin 32,45 MPa:sta 15,53 MPa:iin neljän vuoden aikana. Tutkimusaikana juurten halkaisija on vastaavasti kasvanut männyllä kahdessa ja puolessa vuodessa noin 5,3 millimetristä 8,3 millimetriin ja valkoisella teepuulla neljän vuoden aikana noin 4,7 millimetristä 6,3 millimetriin. Koska männyn juuristo on Watsonin et al. (1999) mukaan rakenteellisesti ja maata stabiloivilta ominaisuuksiltaan heikompia verrattuna valkoisen teepuulajin juuristoon, he toteavat eroosion syntymiseen mäntyjen valtaamalla penkereillä olevan suurempi riski kuin valkoista teepuulajia kasvavilla penkereillä.

Shields & Gray (1992) toteavat myös kasvillisuudella olevan hyviä vaikutuksia maaperän lujuuteen. Heidän mukaan kasvillisuus lisää hiekkapenkereiden rakenteellista lujuutta. Parhaiten massaliukumia vastustivat tiheimmin juuria kasvavat pintakerrokset. Kasvillisuudella on eroosion pienentämisen lisäksi visuaalista vaikutusta. Shieldsin & Grayn (1992) tutkimus sijoittui Sacramento-joen hiekkapenkereisiin lähellä

Elkhornia, Kaliforniassa. Tutkimuksen mukaan keskimäärin 43 % tutkittujen puiden juurista sijaitsi penkereen 30 cm pintakerroksessa ja 24 % 30–50 cm välillä. Ruohokasvillisuuden juurista vastaavasti 50 % sijaitsi päällimmäisessä 30 cm:ssä ja 58 % päällimmäisessä 50 cm:ssä. Lisäksi Bache & MacAskil (1984) toteavat kasvien juurten lisäävän maaperän stabiliteettia. He käsittelevät muun muassa kasvillisuuden ja maaperän suhteita ja maaperän stabiliteettia.

Edellisistä toteamuksista huolimatta tutkijoiden keskuudessa esiintyy erimielisyyttä siitä, tulisiko puuston antaa kasvaa padoilla ja penkereillä. Puustoa ja kasvillisuutta vastaan on yleisesti nostettu esiin mm. seuraavia negatiivisia huomioita (esim. Gray &

Sotir 1995, Committee on the Safety of Existing Dams 1983, Bache & MacAskil 1984):

- vaikeakulkuisuus
- penkereen tarkkailun vaikeutuminen
- tulvatilanteiden vaikeutuminen, kasvillisuuden lisätessä vedenjohtavuutta penkereessä ja vaikeuttaessa pelastustöitä ja hätäapukorjauksia penkereellä
- penkereen rakenteen lujuuden heikkeneminen ja eroosion syntyminen, esimerkiksi kaatuneiden puiden ja kuolleiden puiden juuriston aiheuttamien vuotokanavien muodostumisen johdosta
- mekaaniset tekijät: kuten puiden painosta johtuvien normaalien ja alaspäin viettävien voimien kasvu ja myrskyjen aiheuttamat kasvillisuuden dynaamiset nostovoimat luiskiin, juurten tunkeutumisesta aiheutuva voima ja huokosvedenpaine
- maaperän vesiolosuhteiden vaihtelusta ja maaperän muokkaantumisesta aiheutuvat olosuhteiden muutokset pengerrakenteissa.

Gray & Sotir (1995) painottavat oikean kasvillisuuden valintaa tapauskohtaisesti penkereiden stabiliteetin ylläpitämiseksi. He toteavat esimerkiksi, että tiivis ruohikkokasvillisuus suojaa rinnettä erittäin hyvin pintavalun ja tuulen aiheuttamaa eroosiota vastaan, kun taas syvälle juurtuva puukasvusto ehkäisee paremmin pinnallisia massaeroosiotapauksia. Liitteessä 2 on esitetty suomennettu versio Grayn &

Sotirin (1995) kuvauksesta kasvillisuuden hyvistä ja huonoista vaikutuksia pengermaiden lujuuteen. Penkereen stabiliteetti voidaan saada yksikertaisimmillaan selville tutkimalla maapatoon kohdistuvien kaatavien ja pystyssä pitävien voimien tasapainoa toistensa suhteen. Kohdassa 7 kerrotaan enemmän maapadon stabiliteettiin liittyvistä laskelmista ja vaurioitumiseen liittyvistä tekijöistä.

Edellisten tietojen pohjalta voidaan todeta, että yksiselitteistä vastausta kasvillisuuden ja maaperän välisistä suhteista on hyvin vaikea määrittää. Juuristosta voi olla yhtä lailla haittaa kuin hyötyäkin maaperän stabiliteetille (esim. liitteen 2 mukaiset vaikutukset). Kasvillisuuden vaikutuksia maapatojen pysyvyyteen tulee aina arvioida tapauskohtaisesti. Esimerkiksi suuret yksittäiset puut saattavat lisätä maapadon stabiliteettia puun kasvukohdassa, mutta tällaisissa tapauksissa on tärkeä ymmärtää, että ne eivät kuitenkaan lisää maapadon vakavuutta muualla.

Tutkimustyön aikana muodostui käsitys tarpeesta lisätutkimuksille erityisesti juuri tilanteissa, joissa tutkitaan maapadon rakenteen ja kasvillisuuden juuriston välisiä vaikutuksia toisiinsa. Käsitys muodostui kirjallisuustutkimuksessa esiin tulleisiin toteamuksiin juuriston muodon ja rakenteen vaihtelevuudesta samankin lajin yksilöillä ympäröivistä olosuhteista ja perimästä riippuen (esim. Kalliokoski et al. 2008, Gray & Sotir 1995). Lisäksi käsitystä vahvistivat työn aikana suoritettujen maastokäyntien yhteydessä tehdyt havainnot siitä, että kasvillisuus ja sen aiheuttamat ongelmat maapadoilla ovat hyvin patokohtaisia asioita. Näihin toteamuksiin ja havaintoihin perustuen todettiin, että yleispätevää ohjetta maapadoilla kasvavaa kasvillisuutta koskien on vaikea määrittellä. Maastokäyntien perusteella suositellaan tarkempia maaperä- ja juuristotutkimuksia erityisissä ongelmatapauksissa siitä syystä, että silmämääräisesti on hyvin vaikea, jopa mahdotonta, varmasti todeta millainen tutkitavan kasvillisuuden juuristo on muodoltaan ja rakenteeltaan ja miten se on levittäytynyt patorakenteeseen.

Maaperä- ja juuristotutkimukset on kuitenkin jouduttu rajaamaan tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Kohdassa 8 Jatkotoimenpiteet on kerrottu hieman kyseisten juuristo- ja maaperätutkimusten suorituksesta, miksi niiden tekeminen on merkityksellistä tämän työn aihepiiriin liittyen ja mitä asioita olisi hyvä huomioida tutkimusten tekemisessä.

Analysoitaessa etenkin suurten puiden juuriston vaikutuksia maapadon turvallisuuden suositellaan juuristo- ja maaperätutkimusten tekoa tutkittavista kohteista. Maaperätutkimuksia tai ainakin lähempää tutustumista maapadon rakennetta, toimintaa, vakavuutta ja turvallisuutta kuvaaviin asiakirjoihin on suositeltavaa tehdä myös tutkittaessa eläinten tai luvattomien toimenpiteiden vaikutuksia maapadon turvallisuuden.

4.2.5 Aiempia tutkimuksia puustosta ja kasveista maapadoilla

4.2.5.1 Tutkimus Kemijoen maapadoilla kasvavien puiden juuriston rakenteesta

Havas & Viitala (1984) ovat tutkineet koivun, männyn, haavan, pajun, raidan ja harmaalepän juuria Kemijoen länsipuolella, Murolan ja Petäjänkosken välillä sijaitsevilla maapadoilla. Juuristoa kaivettiin ylös traktorikaivurilla ja lapiolla käsin kaivaen. Havaksen ja Viitalan (1984) mukaan kerätyistä juurinäytteistä tehtiin seuraavat mitaukset:

- alaspäin suuntautuvan pääjuuren pituus ja paksuus,
- sivujuurten yhteismäärä,
- pisimpien sivujuurten pituus ja paksuus,
- sivujuurten etäisyys maanpinnasta,
- sivujuurten sijoittuminen rinteeseen viettosuuntaan nähden.

Havaksen & Viitalan (1984) mukaan juuristoa myös piirrettiin ja valokuvattiin. Lisäksi tutkittiin puiden kasvupaikkojen korkeus merenpinnasta ja kasvupaikan maalaajien raekoostumus. Raekoostumuksen määrittämistä varten kultakin maapadolta otettiin 5-6 noin puolen litran suuruista maanäytettä noin 5-40 cm syvyydestä maakerroksesta näytepuun kasvupaikalta. Raekoot määriteltiin seulonta-analyysin avulla.

Liitteessä 3 on esitetty Havaksen & Viitalan (1984) tekemiä juuristohavaintoja yli metrin etäisyydellä vedenpinnantasosta 65.50 m kasvavista näytepuista ja männyn sekä koivun kaavakuvat juuristojen pääpiirteisestä suuntautumisesta padossa. Liit-

teen 3 kuvista on nähtävissä juuristojen pääsääntöinen suuntautuminen ylöspäin, kohti padon harjaa.

Aineiston niukkuudesta johtuen tutkimuksen perusteella Havas & Viitala (1984) eivät voineet tehdä kovin kauaskantoisia päätelmiä. He ovat kuitenkin päätyneet seuraavanlaisiin johtopäätöksiin:

- Puiden juuristo ei aiheuta vaaraa padoille tutkimushetkellä.
- Paalujuuri ja vaakasuora juuristo eivät voi muodostua sellaisiksi, että ne läpäisisivät padon vaakasuorassa suunnassa. Toteamus perustuu kuitenkin vain tutkimuksessa käytettyihin nuorten puulajien juuristotutkimuksiin.
- Maa-analyysien pohjalta todetaan, että eri puulajien sijoittumisessa selviä korrelaatioita maaperän raekoon mukaan ei voida havaita. Lisäksi kivisyydellä näyttää tulosten pohjalta olevan vaikutusta juuriston rakenteeseen. Kivisillä paikoilla juuret ovat tulosten mukaan mutkaisempia.

Havas & Viitala (1984) kuitenkin painottavat, että tutkimuksen johtopäätökset perustuvat sen hetkiseen tilanteeseen. Puusto on ollut tutkimushetkellä nuorta, eikä juuristo ole ehtinyt kasvaa kovin laajalle.

Toimenpidesuosituksina tutkimuksensa lopussa Havas & Viitala (1984) mainitsevat puuston ja padon turvallisuuden tulevaa kehitystä ajatellen:

- Vanhempien puiden juuriston tutkiminen, jotta saataisiin käsitys puiden iän vaikutuksista juurten kasvuun.
- Lehtipuiden juuriston kasvun seuranta, mikäli puuston kasvua padoilla hillitään katkomalla oksia eikä kokonaan poistamalla puuta kantoineen.
- Männyn kasvun rajoittaminen katkaisemalla rungot maanpinnan rajasta niin, että juuristo jätetään kuitenkin poistamatta. Puu ja juuristot kuolevat tällä tavalla ja alimpien oksien silmujen kehitys estyy.
- Lehtipuiden vesakkojen seuranta ja hillintä.
- Patojen verhoilu matalalla viherkasvustolla etenkin silloin, kun vesakot pyritään pitämään padon luiskilta poissa. Matala viherkasvusto, esimerkiksi nur-

mikko, lisää padon ympäristön esteettistä kauneusarvoa ja vähentää eroosion syntymisen mahdollisuutta.

4.2.5.2 Imatran voimalaitoksen selvitys maapatojen puuston vaarallisuudesta

Imatran voimalaitoksen läntisellä maapadolla tutkittiin puuston vaarallisuutta vuonna 1984 (Leskelä 1988). Puuston harvennuksen yhteydessä traktorikaivurilla kaivettiin ylös puiden juuristoja, joista tutkittiin mm. niiden pituutta, muotoa ja halkaisijaa tarkoituksena analysoida puiden merkitystä maapadon turvallisuudelle. Tutkimuksessa kaivettiin ylös viiden männyn juuristot. Leskelä (1988) toteaa antamassaan selvityksessä, että kannoilla ei ollut syvälle menevää pääjuurta vaan pinnansuuntaiset juuristot. Lisäksi hän toteaa seuraavaa:

"Arvioitaessa puiden tai niiden juuriston mahdollista riskiä padon turvallisuudelle voidaan todeta, että puun kaatuessa juurineen on erittäin epätodennäköistä, että syntynyt kuoppa ulottuisi vesirajan alapuolelle saati sitten muodostaisi koko padon poikki ulottuvan painanteen, josta vesi pääsisi virtaamaan hallitsemattomasti. Myöskään kaadettujen puiden juuristot mahdollisesti lahotessaan eivät tule muodostamaan yläveden pinnan alapuolelle virtauskäytäviä padon poikki" (Leskelä 1988).

Liitteessä 4 on joitakin Imatran Voima Oy:n ottamia kuvia Imatralla kaadetuista puista ja niiden juuristosta sekä poiston aiheuttamista kuopista maapatorakenteessa.

4.2.5.3 Ohjeistus kasvillisuudesta Tšekkoslovakian matalilla maapadoilla

Šimekin (1983) ohjeistuksen mukaan Tšekkoslovakian tiedeakatemian asettama erityistoimikunta julkaisi 14.4.1978 suosituksen, joka koski maapadoille istutettavia puita ja pensaita. Suositukset koskivat kuitenkin vain korkeita maapatoja. Koska Tšekkoslovakian matalilla maapadoilla on ollut erityisesti ongelmia valvonnan ja tarkkailun suhteen, insinööri F. Pustina keräsi yhteen käytännön kokemukset aiheesta matalilla maapadoilla syyskuussa 1981. Šimekin (1983) mukaan Pustinan tutkimuksen pohjalta 1981–1982 kasvillisuuden aiheuttamista ongelmista pienille maapadoille

keskusteltiin ja keskustelun tulokset julkaistiin ohjeistukseksi Tšekkoslovakian patojen turvallisuusvalvonta- ja tarkkailuosaston (TBD) henkilökunnalle.

Šimekin (1983) ohjeistuksen mukaan TBD:n henkilökunnan tulee noudattaa seuraavia periaatteita TBD:n osaston matalille (III ja IV luokan) padoille:

- Apila ja ruohomatto ovat parhaita verhouksmateriaaleja padon kuivalla luiskalla ja märän luiskan yläosassa. Ruoho leikataan kaksi kertaa vuodessa.
- Korkeaa rikkaruohokasvustoa padon luiskilla tulee välttää riittävän useilla leikkuilla. Mikäli leikkuu ei onnistu voidaan kasvusto tappaa kasvimyrkyllä.
- Puista ja pensaista padon luiskilla tulee huolehtia niin, että ne eivät estä vapaata pääsyä padolle, padon pinnan tarkastelua tai heikennä padon tiiveyttä. Padon tiiveys voi heikentyä esimerkiksi puun kaatumisen yhteydessä. Tammi ja jalava kestävät parhaiten tuulta, kuusi taas on matalajuurinen ja näin ollen kestää huonosti myrskyjä.
- Märän luiskan kiviverhoilulta osalta on poistettava puut ja pensaat. Verhoilemattomaan yläosaan voidaan jättää kasvustoa.
- Puut on poistettava padonharjalta, jos ne estävät ajoneuvon vapaan pääsyn patorakenteille. Työkoneille riittävä tila on neljä metriä leveyttä ja viisi metriä korkeutta. Vaikka patorajalla ei olisi päällystettyä tietä, suositellaan puut poistettavaksi.
- Kuivalta luiskalta ja padon taustalta on poistettava
 - kuolleet ja huonokuntoiset puut, joilla on riski kaatua
 - puut, joiden etäisyys toimivista patorakenteista ja ylisyyksykynnyksestä on alle 12 metriä
 - suotokohdissa kasvavat puut ja pensaat
 - kaikki tiiviisti kasvavat puut, pensaat, kasvit, versot kuivalta luiskalta
 - kaikki puut ja pensaat padon taustalta ja alapuolisen laakson rinteestä, joiden etäisyys tiilisalaojaputkistosta on alle kuusi metriä
 - puut, jotka kasvavat mahdollisen tulevan tiiviste- ja painopenger rakennuspaikalla ja puut, jotka ovat mahdollisen rakennusurakan tiellä
 - puut, jotka estävät työkoneiden vapaan pääsyn patorakenteille

- Puita ja pensaita poistaessa useassa tapauksessa voi olla järkevää jättää juuret patoon, eikä kaivaa niitä ylös. Kaivu tulee suunnitella tapauskohtaisesti. Läpäisevässä maaperässä juuret lahoavat helpommin, mutta hyvin tiivistetyssä maassa juuret jäävät suojaan pitkäksi aikaa.
- Puiden kaadossa tulee huomioda voimassa olevat lait, etenkin luonnon ja ympäristön suojelua koskevat lait.

4.2.6 Joitakin Suomen maapadoilla kasvavia puulajeja

4.2.6.1 Taustaa

Suomen yleisimmät puulajit ovat mänty, kuusi ja koivu. Tässä työssä toteutetun kyselytutkimuksen mukaan Suomen maapadoilla eniten ongelmia aiheuttavia puulajeja ovat mänty, kuusi, paju, leppä ja koivu (ks. taulukko 6.8). Kohdassa 6.1 kerrotaan kaikista kyselytutkimuksen tuloksista tarkemmin.

Seuraavassa esitellään lyhyesti Suomen yleisimpien puiden ja muutamien muiden, maapadoilla havaittujen puulajien rakennetta, kasvuolosuhteita ja esiintymistä.

4.2.6.2 Mänty

Mänty (*Pinus Sylvestris*) on Suomen yleisin puulaji. Se on suorarunkoinen, kapeahko, alhaalta oksaton ja punaruskean kaarnan peittämä. Sen kasvupaikkoja ovat esimerkiksi hiekka- ja moreenimaat, kivikko ja kallio. Mänty kestää kuivuutta ja talven kylmyyttä hyvin, mutta se tarvitsee kasvaakseen paljon valoa. Mänty on levinnyt koko maahan, Pohjois-Lappiin asti. (Holmåsén 1991.)

Kuva 4.8 on Oulujoen Nuojuan maapadolta, jossa maapadon kuivalla luiskalla kasvaa mäntyä.

Männyn juuristo on rakenteeltaan voimakas ja se tunkeutuu syvälle maaperään. Osalla männystä muodostuu paalujuuri. Pääosa männyn juurista kasvaa kuitenkin melko pinnassa (Holmåsén 1991, Helsingin yliopisto 2009a). Jokelan (2006) artikkelissa tutkija Tuomo Kalliokoski toteaa, että männyn juuret voivat ulottua kahdeksan met-

rin päähän rungosta. Tukevan juuristonsa ansioista mänty kestää hyvin myrskyjä (Holmåsén 1991).



Kuva 4.8 Nuojuan maapato, Oulujoki. (Antti Leskelä)

4.2.6.3 Kuusi

Kuusi (*Picea abies*) on maamme toiseksi yleisin puulaji. Kuusi ei kestä samalla tavalla kuivuutta kuin mänty vaan se tarvitsee mieluummin kosteamman kasvualustan. Varjossa kuusi kuitenkin viihtyy mäntyä paremmin. Rakenteeltaan kuusi on kapeahko ja suorarunkoinen ja sen latvus kapenee kartion muotoisena ylöspäin mentäessä. Kuusi on levinnyt koko Suomeen aivan uloimpia Pohjois-Lapin ja saariston seutuja lukuun ottamatta. Kuusen juuristo kulkee lähellä maanpintaa ja tästä syystä se myös kaatuu helposti myrskyissä. (Holmåsén 1991, Helsingin yliopisto 2009b.)

4.2.6.4 Hieskoivu ja rauduskoivu

Hieskoivu (*Betula pubescens*) viihtyy kosteissa kasvupaikoissa. Sen juuristo ulottuu syvälle ja kulkee pinnassa laajalla alueella. Runko on vaalean ja sileän kaarnan peittämä ja se voi kasvaa joko yksi tai monirunkoiseksi. Se viihtyy hyvin monenlaisissa olosuhteissa ja menestyy jopa vähähappisilla turvemaa-alueilla ja tulva-alueilla. Hieskoivu kestää myös kylmää ja siksi se kasvaakin hyvin myös Lapissa. Hieskoivu

on levittänyt koko maahamme ainoastaan pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta. (Holmåsén 1991, Helsingin yliopisto 2009c.)

Rauduskoivu (*Betula pendula*) viihtyy melko kuivilla paikoilla. Se ei pärjää samalla tavalla kuin hieskoivu vähähappisilla kasvualueilla. Kuitenkin molempia lajeja tavaan myös samoilla kasvupaikoilla. Rauduskoivu ei siedä varjostusta. Sen laajallekin alueelle ulottuvassa juuristossa on voimakkaita pystysuoria juuria ja runsaita sivujuuria. Myös hieskoivu on levittäytynyt koko maahan pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta.

(Holmåsén 1991, Helsingin yliopisto 2009d.)

Koivulle ei yleensä kehity paalujuurta, mutta voimakkaat, syvään tunkeutuvat juuret kiinnittävät puun tukevasti kasvualustaansa. Rauduskoivun juuristo tunkeutuu syvemmälle kuin hieskoivun pinnanmyötäinen juuristo. (Holmåsén 1991, Helsingin yliopisto 2009d.)

Kuvissa 4.9 ja 4.10 on Raision vesilaitoksen Hintsan maapadon ja Oulunjoen Montan maapadon kuivat luiskat. Molempien patojen luiskilla kasvaa koivuja.



Kuva 4.9 Hintsan maapato, Raision vesilaitos. (Antti Leskelä)



Kuva 4.10 Montan maapato, Oulunjoki. (Antti Leskelä)

4.2.6.5 Tervaleppä ja harmaaleppä

Tervaleppä (*Alnus glutinosa*) viihtyy kosteilla kasvupaikoilla. Se voi kasvaa suoravalkoiseksi, pitkäksi ja suhteellisen tasaiseksi latvasta tai kantovesoista monirunkoiseksi ja avaralla paikalla latvasta leveämmäksi. Tervalepän rungolle on ominaista rosainen kaarna. Sen juuristossa on paljon sivujuuria ja se leviää laajalle. Tervaleppää on tavanomainen puulaji Etelä- ja Keski-Suomessa, mutta sitä tavataan myös pohjoisemmassa Suomessa. (Holmåsén 1991, Helsingin yliopisto 2009f.)

Tervaleppää on käytetty paljon rantapuustona luonnonmukaisten vesirakentamishankkeiden yhteydessä (esim. Jormola et al. 2003). Tämä johtuu pääasiassa siitä, että tervalepän juuristo sitoo hyvin rantaa, koska sen paalujuuri kasvaa suoraan alaspäin ja juuret ulottuvat helposti vesirajaan sekä voivat jyrkillä rannoilla kasvaa veteen, muodostaen virtausta vastustavan suojan vesirajan alapuolelle.

Harmaaleppä (*Alnus incana*) viihtyy kosteiden paikkojen ohella kuivilla moreenimailla. Harmaaleppä jää kooltaan tervaleppää pienemmäksi. Se saattaa esiintyä myös pensasmaisena ja usein harmaalepän rakenteessa esiintyy moni- ja mutkarunkoisuutta. Harmaalepän runko on nimensä mukaisesti kiiltävän harmaa. Sen juuristo on pinnanmyötäistä ja ulottuu laajalle. Paalujuurta ei kummallakaan lepällä ole. Kui-

villa kasvualueilla juuristo voi kuitenkin tunkeutua syvemmälle. Harmaaleppä on levinnyt koko maahan, se on harvinainen vain rannikkoseudulla ja Ahvenanmaalla. (Holmåsén 1991, Helsingin yliopisto 2009g.)

4.2.6.6 Haapa

Haapa (*Populus tremula*) on suorarunkoinen ja sillä on ilmava latvus. Runko on värittään harmaanvihertävä. Haavan juuristo on laajalle levittänyt ja pinnanmyötäinen. Haavan kasvutapa on varsijatkoinen. Sen pääranka kasvaa jatkuvasti juurivesojen avulla. Jos haapa kaadetaan voi kaadosta seurata paljon juurivesoja. Haapa houkuttelee luokseen myös eläimiä kuten majavia, jäniksiä, kauriita ja pikkujyrsijöitä. Haapa on yksi laajimmalle levittäytynyt puulaji maapallollamme ja Suomessa sitä esiintyy koko maassa. (Holmåsén 1991, Helsingin yliopisto 2009e.)

4.2.6.7 Pajut

Pajujen sukuun kuuluu sekä pensasmaisia että puumaisia lajikkeita. Suomessa voidaan tavata yli 30 luonnonvaraista pajulajia, joiden koko vaihtelee muutaman senttimetrin tunturivarvuista aina 10–20 m korkuisiin puihin. Seuraavassa on esitetty muutamia tavallisimpiin pajulajeihin kuuluvia puita ja pensaita. (Holmåsén 1991.)

Raita (*Salix caprea*) voi esiintyä joko pensasmaisena tai puuna. Usein raita kehittyy monihaaraiseksi puuksi. Raidan kuori on aluksi sileä ja vihertävä, mutta se muuttuu myöhemmin harmaaksi ja siihen muodostuu ruskeita pystyraitoja. Juuristoon kuuluu pääjuuri ja sivujuuria. Pääjuuri ei kasva kovin pitkäksi, mutta sivujuuret levittyvät laajalle. Raita on levinnyt koko Suomeen. (Holmåsén 1991, Helsingin yliopisto 2009h.)

Villapajua (*Salix lanata*) kasvaa Lapin tuntureilla. Se kasvaa pensasmaisena, usein kosteilla paikoilla, esimerkiksi purojen, jokien ja järvien rannoilla. Korkeutta tälle pensaalle yleensä kertyy 1-2 metriä. Sen oksat ovat ruskeat ja tukevat. (Holmåsén 1991.)

Kiiltopaju (*Salix phylicifolia*) on myös pensasmainen ja se kasvaa samoin kuin villapaju noin 1-2 metriseksi. Oksat ovat sitkeitä ja väriltään punaruskeita. Kiiltopaju viihtyy kosteilla rannoilla, ojissa ja tienreunoilla. Kiiltopajua esiintyy koko maassa. (Holmåsen 1991.)

Hanhenpaju (*Salix repens*) voidaan luokitella pensaaksi tai jopa varpuihin kuuluvaksi pajulajiksi. Tämä pajulaji jää useimmiten korkeudeltaan vain noin 50 senttimetriin tai jopa pienemmäksi. Hanhenpajun oksat ovat vaaleanruskeita ja kapeita. Tämäkin pajulaji viihtyy kosteissa olosuhteissa ja mielellään hiekkaisissa paikoissa, kuten niityillä, soilla ja järvien rannoilla. (Holmåsen 1991.)

Yleisesti pajujen juuristosta kerrotaan usein, että ne ovat hyvin vesihakuisia ja voivat pahimmassa tapauksessa tukkia kasvualustansa läheisyydessä olevia viemäreitä ja putkistoja. Pajuja on perinteisesti käytetty rantojen eroosiosuojauksena niiden juuriston sitovan vaikutuksen ansiosta (esim. Jormola et al. 2003).

4.3 ELÄIMET

4.3.1 Yleistä

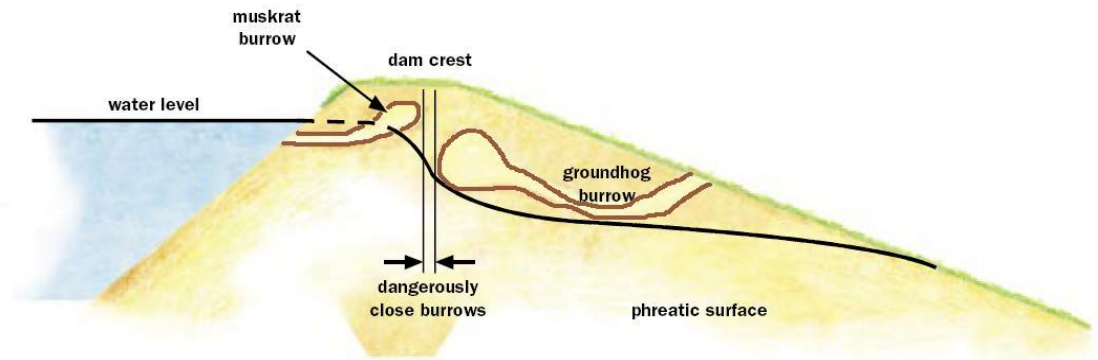
Erilaisten eläinten vaikutuksia maapatoihin on tutkittu suhteellisen kattavasti mm. Yhdysvalloissa FEMA:n toimesta, vuoden 2005 julkaisussa. Lisäksi joitakin eläimiä, niiden vaikutuksia maapatojen turvallisuuteen ja ratkaisuja näihin ongelmiin on esittänyt esimerkiksi McKillop (1993). Liitteessä 5 on kuvattu FEMA:n (2005a) julkaisun mukainen erittely eläinten esiintymisestä ja vaikutuksista eri osissa maapatoa ja sen ympäristöä. Kyseistä jaottelua voidaan hyödyntää esimerkiksi maapadon rakentamista, tarkkailua ja kunnostusta tehtäessä.

Eläinten vaikutuksista maapadoilla ei ole saatavilla aikaisempia kotimaisia julkaisuja. Aihetta on käsitelty kuitenkin patoturvallisuusasiantuntijoiden keskuudessa ja esimerkiksi määräaikaistarkastuksen yhteydessä tarvittaessa. Sanomalehdissä on myös julkaistu joitakin artikkeleita aiheeseen liittyen (esim. Ilta-Sanomat 1985, Ruotsalainen 2009).

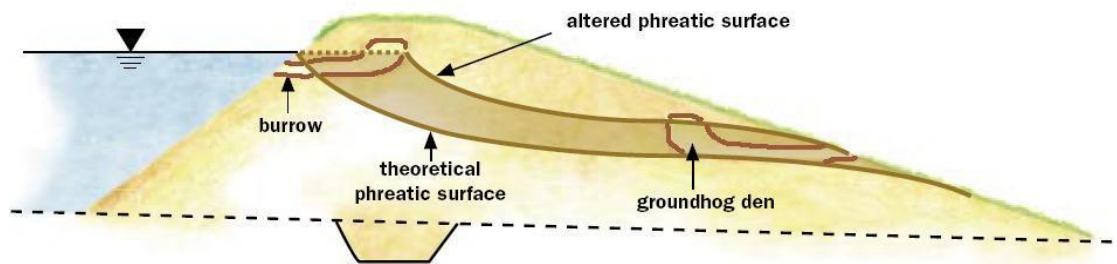
Eläinten kaivamat kolot ja tunnelit padoilla voivat aiheuttaa mm. sisäistä ja ulkoista eroosiota. Kolot ja tunnelit patorakenteissa voivat muuttaa veden suotautumisreittiä, joka edelleen voi aiheuttaa vaarallisia rakenteiden vauriotilanteita. Kuvissa 4.11-4.13 on esitetty eläinten kaivamien kolojen aiheuttamia vaaratilanteita maapadoilla. Kuvat ovat FEMA:n (2005a) julkaisusta. Kuvassa 4.11 eri puolilta patoa kaivetut tunnelit päättyvät hyvin lähelle toisiaan. Tilanteessa maapadon vaarana on tunnelien yhdistyminen ja siitä johtuva ns. piping-ilmiö (esim. FEMA 2005a) eli sisäinen eroosio sekä padon yläosan sortuminen. Kuvassa 4.12 on puolestaan tilanne, jossa eläimen kaivama kolo on muuttanut padon hydraulisia olosuhteita lyhentämällä suotautumisreittiä. Hydrauliset muutokset vaikuttavat mm. padon läpi virtaaviin vesiolosuhteisiin. Kuvassa 4.13 on kuvattu tilannetta, jossa eläinten kaivamat kolot ovat aiheuttaneet vajoamien (sinkholes) muodostumisen kaivantojen yläpuolisessa maassa. Tästä voi edelleen aiheutua kaivannon yläpuolisen maan sortuminen sekä maapadon rakenteellisen kestävyysden heikkeneminen.

FEMA:n (2005a) julkaisussa on myös kerrottu tarkemmin USA:n maapadoilla esiintyvistä eläinlajeista ja niiden aiheuttamista haitoista maapadoilla sekä erilaisia menetelmiä eläinten karkottamiseksi maapadoilta. Julkaisussa on mm. esitelty erilaisia pyydyksiä ja hyviä vinkkejä luiskien materiaalivalinnoille, kaltevuuksille ja patorakenteen muotoilulle eläinten karkottamista varten.

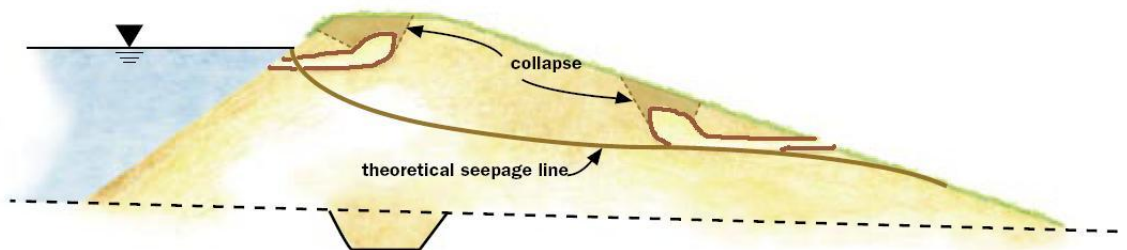
Tässä kappaleessa tarkastellaan lyhyesti vain muutamia yleisimpiä eläimiä Suomen maapadoilla ja penkereillä sekä niiden tekemiä vaurioita niin kotimaisten kuin kansainvälistenkin kokemusten valossa.



Kuva 4.11 Piisamin ja murmelin kaivamat tunnelit maapadossa.
(Modifioitu: FEMA 2005a)



Kuva 4.12 Eläinten kaivamien kolojen aiheuttama suotautumisreitin lyheneminen
maapadossa. (Modifioitu: FEMA 2005a)



Kuva 4.13 Eläinten kaivamien kolojen aiheuttamat vajoamat maapadossa.
(Modifioitu: FEMA 2005a)

4.3.2 Piisami



Kuva 4.14 Piisami.

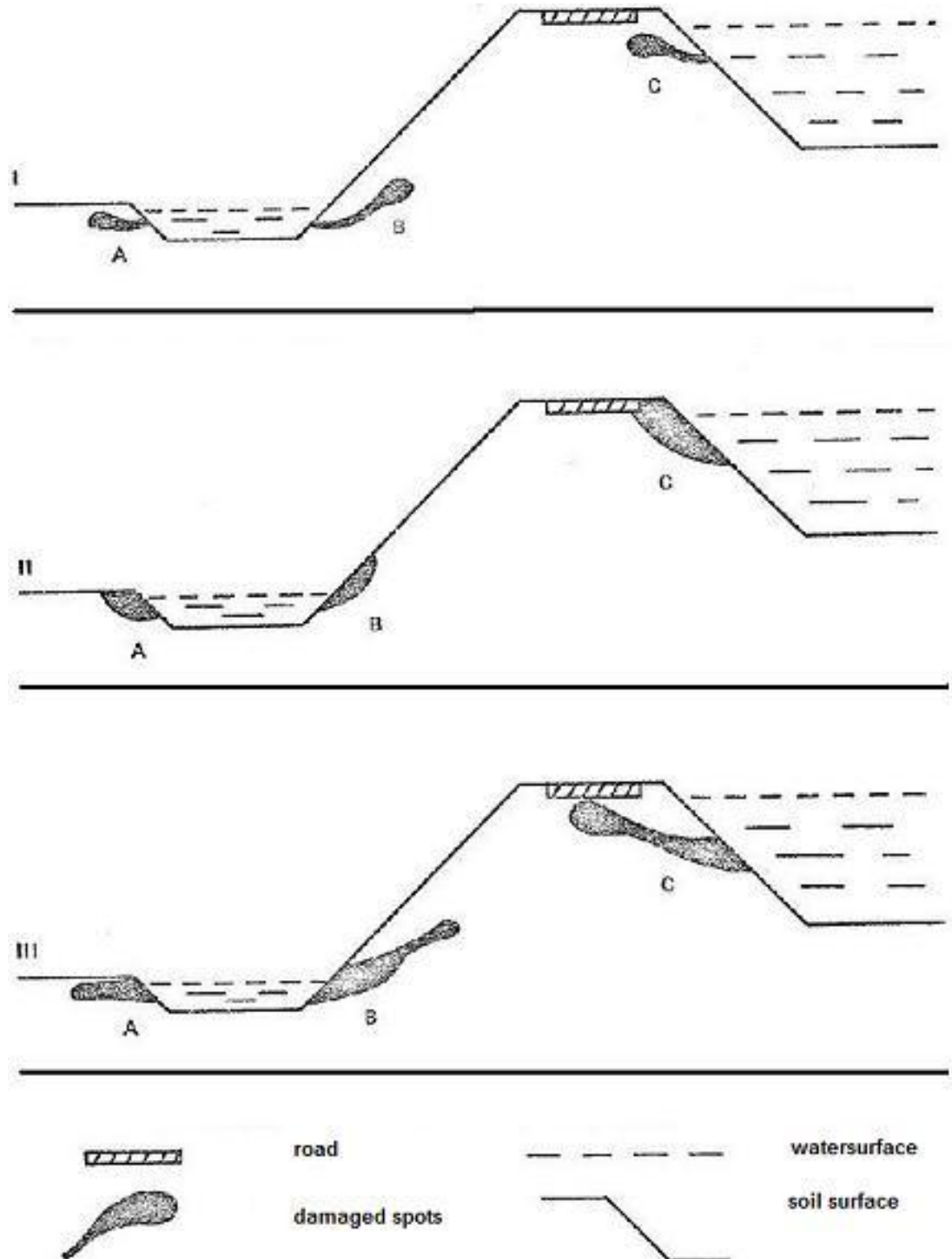
Piisami (ks. kuva 4.14) on amerikkalainen myyrälaji, joka on tuotu Suomeen Saksasta 1919. Myöhemmin piisamia on tuotu myös kotimaastaan, Yhdysvalloista. Piisami on alun perin tuotu Suomeen turkiseläimeksi. Se elää luonnonvaraisena ja se on levittänyt koko Suomeen. (Artimo 1960, Niskasaari 2009.)

Piisami on kooltaan noin puolimetriä pitkä (häntä mukaan lukien) ja kilon painoinen. Vesistöjen ja vesikasvillisuuden ympäröimät rannat ovat sen elinalueita. Ravinnokseen piisamit käyttävät vesikasveja, talvisin kelpaavat myös simpukat. (Faxen 1980, Artimo 1960.)

Piisami rakentaa patoja samalla tavalla kuin majava, mutta rakennusmateriaalinaan se käyttää vesikasvillisuutta ja mutaa, sillä se ei pysty kaatamaan puita niin kuin majava. Piisamin rakennelmat voivat parhaimmillaan olla jopa kaksi ja puoli metriä leveitä ja metrin korkuisia. Piisami kaivaa myös koloja rantapenkereille ja patoihin. Se suosii hienojakoisista materiaaleista koostuvia rantoja. Kivi- ja soramateriaaleista tai pelkästä hiekasta koostuvat rantapenkeret eivät kuitenkaan piisamin kaivanto-kohteiksi kelpaa. Penkere, joka on joutunut piisamin kaivamien kolojen kohteeksi voi pahimmassa tapauksessa sortua. Kolot voivat aiheuttaa sisäistä eroosiota ja horjuttaa penkereen stabiiliteettia. (Faxen 1980, Artimo 1960, FEMA 2005a.)

Piisamien aiheuttamia tuhoja padoilla on käsitelty monissa ulkomaisissa teoksissa. Esimerkiksi Hollannissa esiintyneitä ongelmia on käsitellyt Doude Van Trootswijk (1976). Tutkimuksessa todetaan, että piisamin tekemät suurimmat vauriot ovat kohdistuneet Hollannissa rantapenkereisiin ja patorakennelmiin. Lisäksi on havaittu maatalouteen liittyviä vaurioita. FEMA:n (2005a) julkaisun mukaan Yhdysvalloissa

piisami kuuluu merkittäviin patoturvallisuuteen vaikuttaviin ongelmiin 71 %:ssa maan osavaltioista.



Kuva 4.15 Piisamin kaivamia erilaisia koloja maapadolla.

(Doude Van Trootswijk 1976)

Kuvassa 4.15 on Doude Van Trootswijkin (1976) kuvaus siitä, millä eri tavalla piisamit voivat kaivaa kolojaan patorakenteisiin. Kolot voivat olla aivan uusia, kuten kuvan kohdassa I. Tällöin kolot eivät vielä näy ulospäin, mutta voivat aiheuttaa vaaratilanteita esimerkiksi yhdessä padon harjalla kulkevan liikenteen kanssa. Kohdassa II on kuvattu piisamien kaivamia koloja, jotka voivat aiheuttaa penkereen sortumia tai maakerrosten liukumia esimerkiksi karjan kävellessä penkereellä. Kohdan II vahingot erottuvat rakenteesta paljain silmin katsoessa. Kohdassa III kuvataan koloja, jotka ulottuvat syvälle penkereeseen. Niiden aiheuttama vaurio penkereelle voi muodostua mm. rankkasateen, tulvan, aaltojen ja tuulen aiheuttamista maa-ainesten huuhtoutumista ja kolojen esiin kaivautumisesta.

Suomessa piisami on aiheuttanut vaurioita penkereille koko sen esiintymisen ajan. Ongelmista on raportoitu esimerkiksi 5.9.1980, jolloin Kokkolan vesipiirin vesitörmäys on hakenut neuvoa kirjeitse vesihallituksen vesientutkimuslaitokselta piisamien vähentämiseksi penkereillä (Koivula & Ruohola 1980). Kokkolan vesipiirin hoitamasta piisamiongelma on kerrottu lisää kohdassa 7.6.2.

Piisamin pyynnin kannalta merkittävintä aikaa Suomessa on ollut 1950 ja 1960-luku (Niskasaari 2009). Piisameja pyydettiin parhaimmillaan jopa satoja tuhansia vuosittain. Niskasaaren (2009) mukaan niiden metsästys väheni kuitenkin 1980-luvulla. Metsästyslaissa (L 28.6.1993/615) ja –asetuksessa (A 12.7.1993/666) säädetään nykyisistä piisamin rauhoitukseen ja metsästyksen liittyvistä asioista. Rauhoitusajat on tarkemmin mainittu asetuksessa. Viime vuosina piisamien kanta Suomessa on vähentynyt (esim. Mallinen 2008). Mallisen (2008) ja Niskasaaren (2009) mukaan syy piisamien vähentymiseen voi olla mm. metsästyksen väheneminen, ravintopula, taudit, loiset sekä minkin ja muiden pienpetojen runsastuminen. Lisäksi Niskasaari (2009) mainitsee uutena petoeläimenä supikoiran, jonka kannalla voi olla vaikutusta piisamien vähyteen. Syyt jäävät kuitenkin vielä arvailujen varaan, sillä tutkimustietoa piisamin kannan vähentymisestä ei vielä ole.

4.3.3 Majava



Kuva 4.16 Majava. (Elina Vanninen, www.papunet.net)

Majavien (ks. kuva 4.16) suku jakautuu kahteen eri lajiin, Euraasian ja Pohjois-Amerikan majavaan. Suomessa esiintyvät Euroopan- ja Kanadan-majavat ovat Euraasian ja Pohjois-Amerikan majavien alalajeja (esim. Nolet 1997).

Majava on Euroopan suurin jysijä. Se voi painaa 15–35 kg ja sen pituus vaihtelee 95–135 cm välillä. Majavat ovat sekä vesi- että maaeläimiä. Ne liikkuvat kuitenkin sulavammin vedessä kuin maalla. Majavat elävät usein pienissä 2-14 yksilön ryhmissä vesistön lähetyvillä. Ne rakentavat omia patorakenteitaan vesistön kapeikkoihin ja tekevät pesäkolojaan rantapenkereisiin sekä ihmisten tekemiin patorakennelmiin. (Nolet 1997 ja Pöri 2009.)

Majavat käyttävät ravintonaan puuta ja kasveja. Puulajeista majavalle maistuvat mm. haapa, koivu, paju ja raita. Kasveista kelpaavat ainakin juurakot, kortteet, vehkat ja raatteet. (Nolet 1997, Karikko 2009.) Pörin (2009) mukaan Haukivedellä, Linnansaa-ren kansallispuistossa Kanadan-majavan käyttävän valikoiden ravinnokseen vain haapaa ja raitaa sekä vähäisessä määrin koivua.

Majavat kaatavat ravinnokseen ja pesämateriaaliksi puita. Suurimman osan puista majava kaataa syksyllä kerätessään ravintoa talven varalle. Pääosa majavan kaatamista puista on melko ohuita, mutta majava pystyy kaatamaan suuriakin puita. (Nolet 1997, Karikko 2009.) Suomessa suurin majavan kaatama puu on ollut läpimitaltaan 72 senttimetrinen haapa (Karikko 2009).

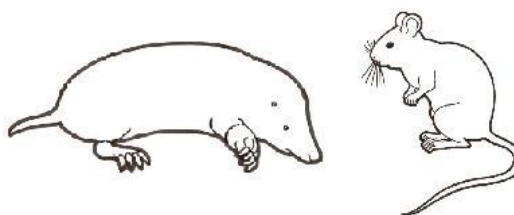
Majavan kaatamista puista ja pesäkolojen rakentamisesta voi olla haittaa ihmisten rakentamille maapadoille (esim. Nolet 1997, Pöri 2009). Pesäkolot ja ravintovarastot

patorakenteissa voivat aiheuttaa vuotoja ja hoitamattomana eroosiota maapadolla. Lisäksi majavien rakennelmien ympäristössä voi kellua ylimääräistä kasvustoa, oksia ja muuta rakennusmateriaalia, jotka voivat tukkia padon kuivatusjärjestelmän.

FEMA:n (2005a) julkaisun mukaan Yhdysvalloissa majava kuuluu merkittäviin patoturvallisuuteen vaikuttaviin ongelmiin 67 %:ssa maan osavaltioista.

Majavien aiheuttamiin haittoihin Suomessa on törmätty ainakin Enon ja Ilomantsin alueella sijaitsevilla Pamilon padoilla, jossa majavat ovat tukkineet patorakennelmillaan suotovesien laskujokea, -oja ja puroja. Tapauksesta on kerrottu enemmän kohdassa 7.6.2.

4.3.4 Myyrät ja hiiret



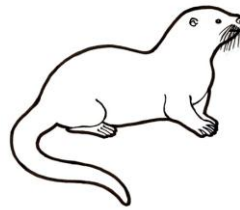
Kuva 4.17 Myyrä ja hiiri. (Elina Vanninen, www.papunet.net)

Myyrät ja hiiret (ks. kuva 4.17) kaivavat kolojaan mieluiten padon kuivalle yläosalle lähellä harjaa. Usein kolot ovat hyvin monihaaraisia ja ne sisältävät useampia eri sisäänkäyntejä. Ravintonaan myyrät käyttävät matoja, toukkia ja hyönteisiä, kun hiiret käyttävät ruohoja sekä muuta kasvillisuutta. Myyrät ja hiiret ovat liikkeellä ympäri vuoden. Myyrät viettävät pääosan ajastaan maan alaisissa koloissaan ja niiden kaivuista jää myös jälkiä maanpinnalle. Myyrät työntävät kaivamaansa maata maanpinnalle kasoiksi ja lähellä maanpintaa kulkevat tunnelit voivat erottua maanpinnalta katsottuna maan kohoumina. (FEMA 2005a.)

FEMA:n (2005a) julkaisun mukaan Yhdysvalloissa myyräeläimet kuuluvat merkittäviin patoturvallisuuteen vaikuttaviin ongelmiin 10 %:ssa maan osavaltioista.

Vesimyyrän aiheuttamiin ongelmiin Suomen tulvapenkereillä on törmätty ainakin Lestijoen alaosan tulvapenkereillä, Himangalla, jossa havaittiin vesimyyrän tekemiä koloja ja sen aiheuttamia lukuisia vuotokohtia vuonna 2000. Kyseisestä ongelmasta kerrotaan tarkemmin kohdassa 7.6.2. Lisäksi myyrien koloja on havaittu ainakin Porin tulvapadoilla, joista löytyy tietoa enemmän kohdassa 6.2.2 (ks. kuva 6.12).

4.3.5 Saukko



Kuva 4.18 Saukko. (Elina Vanninen, www.papunet.net)

Saukko (ks. kuva 4.18) kuuluu näätäeläimiin. Saukkojen suku jakautuu useampaa erilaan. Suomessa esiintyy Euraasian saukkoa (*Lutra lutra*). Se on kooltaan noin 8 kilon painoinen ja yhden metrin pituinen. Turkki on pääosin tummanruskea selästä ja kaulan sekä vatsan alueella vaalea tai harmaansävyinen. Saukko on yöeläin ja hyvä uimaan. (OSG 2006.)

Saukon elinpaikkoina toimivat parhaiten vesistöt, joissa ravintoa on saatavilla sekä rannat, joissa esiintyy sopivaa maata, kasvillisuutta, puun juuristoa ja kivikkoa pesäkolojen rakentamiseen. Saukot viihtyvät myös majavien rakentamien patojen lähettyvillä. Ravintonaan saukko käyttää pääasiassa kaloja, mutta lisäksi myös sammakkoeläimiä, rapuja, nisäkkäitä, hyönteisiä ja kasveja. (Kruuk 2006, OSG 2006.)

Saukkoja on Suomessa arviolta noin 2 000 yksilöä (Liukko 1999). Määrä on arvioitu Suomen ympäristökeskuksen, alueellisten ympäristökeskusten, Metsähallituksen, Natur och Miljön, Luonnontieteellisen keskusmuseon ja saukkotutkijoiden yhteisessä kokeilututkimuksessa 1995–1998. Tutkimuksessa testattiin Keski-Suomessa kehitetty lumijälkimenetelmän maanlaajuista toteutuskelpoisuutta ja tutkittiin saukkokannan tilaa ja kokoa Suomessa.

Saukko voi kaivaa kolojaan maapatorakenteisiin (esim. FEMA 2005a). Talvella sisäänkäynti koloihin on vedenpinnan alapuolella ja kesällä sisäänkäynti voi olla vedenpinnan yläpuolella. FEMA:n (2005a) mukaan saukon kaivamat kolot voivat aiheuttaa sisäistä eroosiota maapadolle ja tulvapenkereelle sekä heikentää padon stabiiliutta. Lisäksi FEMA:n (2005a) mukaan Yhdysvalloissa saukot kuuluvat merkittäviin patoturvallisuuteen vaikuttaviin ongelmiin 4 %:ssa maan osavaltioista.

Kyselytutkimuksen mukaan Suomessa on tehty useita havaintoja saukoista maapadoilla ja tulvapenkereillä, mutta niistä ei ole ollut haittaa padon turvallisuudelle.

4.3.6 Karjaeläimet

Ulkomaisten lähteiden mukaan maapadoilla voidaan tavata karjaeläimistä mm. lehmä, lampaita, vuohia, hevosia tai sikoja (esim. FEMA 2005a). Suomen maapadoilla karjaeläimistä on tavattu pääsääntöisesti vain lehmä.

FEMA:n (2005a) mukaan karjaeläimet voivat kuitenkin aiheuttaa ongelmia maapadoille ja penkereille mm. syömällä padon verhoilukasvillisuutta kuopimalla maata ja aiheuttamalla erilaisia uria ja painaumuksia patorakenteisiin. Ongelmat tulevat usein esiin vasta sadekaudella, jolloin sade voi aiheuttaa ulkoista eroosiota huuhtomalla padon pintamateriaaleja mukanaan ja syventämällä eläinten tekemiä uria.

FEMA:n (2005a) mukaan Yhdysvalloissa karjaeläimet kuuluvat merkittäviin patoturvallisuuteen vaikuttaviin ongelmiin 25 %:ssa maan osavaltioista.

Kyselytutkimuksen mukaan Suomessa on kokemusta ainakin lehmien aiheuttamista ulkoisen eroosion ongelmista Pohjois-Pohjanmaan alueella. Lehmät ovat syöneet tulvapenkereillä heinän lyhyeksi ja tallanneet penkereen päällystän. Tämä on aiheuttanut yhdessä kovien sateiden kanssa maa-ainesten valumia.

4.3.7 Esimerkkejä eläinten aiheuttamista maapatojen sortumista

4.3.7.1 Fernley, Nevada 2008

Raju myrsky koetteli Nevadan länsirantaa tammikuun alussa 4.1.2008. Fernleyssä on kastelukanaali, johon vesi tulee Truckee-joesta. Truckeen kastelukanaali on valmistunut vuonna 1903. Kanaali on 31 mailin pituinen. Se alkaa Derbyn padolta ja jatkuu Lahontaniin asti. Kanaali kuljettaa kasteluvettä maataloille. (Hensley & Delp 2008.)

Kanaalin penkere sortui varhain lauantaiaamuna 5.1.2008. Fernleyn kaupunki joutui miljoonien dollareiden tuhon kohteeksi. Alueelta jouduttiin evakuoimaan noin 3 500 ihmistä. (www.foxnews.com 2008.)

Penkere oli rakenteeltaan homogeeninen maapato ja sortumakohdaltaan noin 2,4 metriä korkea. Rakennusmateriaaleina oli käytetty silttiä, savea ja pienissä määrin hiekkaa sekä soraa. Penkerein takaluiskaa peitti mm. huolittelematon kasvusto. Penkerein sortuman arvellaan saaneen alkunsa jyrسیäeläinten kaivamien kolojen ja rankkasateen yhteisvaikutuksesta. (Hensley & Delp 2008, www.foxnews.com 2008.)

4.3.7.2 Garfield County, Montana 2002

Kesäkuun 23. päivä vuonna 2002 kastelua varten rakennettu maapato sortui Garfield Countyssa, Montanassa. Padon arvioitu korkeus on vajaa 10 metriä. Alueelle oli annettu edellisenä iltana tulvavaroitus. (DNRC 2002.)

Padon omistaja kävi aamulla klo 06.00 katsomassa padon tilannetta myrskyn jälkeen. Omistaja havaitsi padon tulvaluukkujen kautta virtaavan vettä ja lisäksi padon yläpäässä jyrسیjöiden tekemiä koloja, joista vuoti vettä läpi. Pato murtui kello 09.00. (DNRC 2002.)

Vahingot olivat onneksi pieniä. Vesi huuhtoi alleen sorateitä ja ongelmia ilmeni myös valtatie 200:n sillalla. Lisäksi yhden talon kellariin tulvi vettä. (DNRC 2002.)

4.4 LUVATTOMAT TOIMENPITEET

Luvattomiin toimenpiteisiin kuuluvat muun muassa ihmisten tahallisesti tai tietämättömyyttään tekemät erilaiset rakennelmat, kaivut ja muu ilkivaltatoiminta maapadoilla. Maapadoille ja tulvapenkereille on muun muassa rakennettu portaita, kaivettu putkia ja kaapeleita, ajettu liian raskaalla kuljetuksella sekä kiinnitetty patoon laiturirakenteita ja venepaikkoja ilman lupaa. Näiden tekijöiden ja myös luvallisen liikenteen vaikutuksesta padon pinta kuluu ja patoon voi syntyä painumia sekä eroosiota.

Aihetta koskevaa kirjallisuutta ei ole Suomessa aiemmin julkaistu. Myös ulkomaisia julkaisuja löytyy heikosti. Aihetta on usein käsitelty muun patoturvallisuustoiminnan yhteydessä (esim. DNR 2007). Suomessa aihetta on käsitelty esimerkiksi ongelmien havaitsemisen ja patojen määräaikaistarkastusten yhteydessä (esim. Lamberg 2006). Ympäristöhallinnon arkistoista löytyy joitakin pöytäkirjoja ja muita raportteja aihetta koskien. Usein luvattomia toimenpiteitä on käsitelty muiden patoturvallisuutta uhkaavien tekijöiden yhteydessä. Luvattomat toimenpiteet on esimerkiksi huomioitu eläinten ja kasvillisuuden aiheuttamien ongelmien yhteydessä. Erityisen merkittävisissä tapauksissa, esimerkiksi silloin, kun jokin luvaton toimenpide on aiheuttanut padon murtuman, on toimenpiteistä voitu raportoida erikseen.

5 TUTKIMUSKOHTEET JA – MENETELMÄT

5.1 TUTKIMUSMENETELMIEN ESITTELY

Tämän työn tutkimusmenetelmät koostuivat kvalitatiivisista tutkimusmenetelmistä, joiden tarkoitus oli kuvata ja oppia ymmärtämään kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutuksia Suomen maapadoilla.

Tutkimusmenetelmät koostuivat kyselytutkimuksesta sekä havainnoinnista maastossa. Kysely koostui avoimista kysymyksistä. Sen avulla kerättiin tietoa Suomen maapadoilla vallitsevasta tilanteesta ja aiemmista kokemuksista kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden suhteen. Kyselyn tulosten ja aiheesta käytyjen sähköpostikeskustelujen perusteella kirjattiin ylös kriittisimmät kyseisten tekijöiden aiheuttamat ongelmat maapadoilla.

Tarkempien havaintojen tekoa varten ja kyselystä saatujen tietojen selkeyttämiseksi käytännössä valittiin tarkasteltavaksi muutamia kohteita Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen valvonnan alla olevista padoista, joilla kasvillisuus, eläimet ja luvattomat toimenpiteet olivat aiheuttaneet ongelmia. Valittuihin kohteisiin tehtiin maastotarkastuskäyntejä ja kahdessa kohteessa osallistuttiin lisäksi padon määräaikaistarkastukseen. Kohteissa tehdyt havainnot perustuivat silmämääräisiin havaintoihin, padon omistajien kanssa käytyihin keskusteluihin tai määräaikaistarkastuksissa todettuihin asioihin. Lisäksi kohteita valokuvattiin paikanpäällä. Valokuvat selventävät etenkin kasvillisuuden aiheuttamia ongelmia padoilla paremmin kuin pelkkä kirjallinen selostus. Havainnointia ja kohteiden valokuvausta maastossa suoritettiin Kantturakosken padolla, Porin tulvapenkereillä, Hartolankosken voimalaitospadolla ja sen tulvapenkereillä, Parostenjärven padolla, Myllykylänkosken padolla, Kellokosken voimalaitospadolla ja Peltokosken voimalaitospadolla. Määräaikaistarkastuksiin osallistuttiin Kantturakosken voimalaitospadolla ja Porin tulvapenkereillä.

Tutkimuksen toteutuksessa ja raportoinnissa käytettiin apuna laadulliseen tutkimukseen ja kyselyiden toteuttamiseen liittyvää kirjallisuutta. Kyselyistä ja haastatteluista on kirjoittanut muun muassa Jyrinki (1977), laadullisesta tutkimuksesta Alasuutari

(1994), Räsänen (2006) ja Tuomi & Sarajärvi (2009) sekä tilastollisesta tutkimuksesta Heikkilä (2008). Havainnoinnista laadullisen tutkimuksen tiedonkeruumenetelmänä kertovat muun muassa Tuomi & Sarajärvi (2009), joiden mukaan havainnoinnin ja muiden aineistonkeruumenetelmien yhdistäminen laadullisessa tutkimuksessa on usein hyvin hedelmällistä.

Seuraavissa kappaleissa on kerrottu tarkemmin kyselytutkimuksen toteutuksesta ja havainnointikohteista.

5.2 KYSELYTUTKIMUS

5.2.1 Taustaa

Osana tätä tutkimusta tehtiin kyselytutkimus koskien kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutuksia maapatoihin ja tulvapenkereisiin. Kysely lähetettiin sähköpostitse maapatojen ja tulvapenkereiden omistajille, patoturvallisuusviranomaisille ja aiheen parissa työskenteleville asiantuntijoille Suomessa.

Kyselyn tarkoituksena oli selvittää Suomen maapatojen ja tulvapenkereiden yleistä tilannetta kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden osalta ja kerätä tietoa kyseisten aihepiirien aiheuttamista ongelmista maapadoilla.

Kyselyssä tiedusteltiin avoimin kysymyksin seuraavia asioita:

- vastaajan yhteystiedot
- patojen nimet, sijainnit ja tyypit
- kasvillisuuden aiheuttamat ongelmat ja miten niihin on reagoitu
- eläinten aiheuttamat ongelmat ja miten niihin on reagoitu
- luvattomien toimenpiteiden aiheuttamat ongelmat ja miten niihin on reagoitu
- muita kommentteja aiheesta.

Liitteessä 6 on kopio kyselykaavakkeesta.

Tulosten pohjalta oli tarkoitus koota yhteen tietoa Suomen maapatojen tilanteesta kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden osalta sekä kehitellä yhtenäisiä ohjeita siitä miten näihin tekijöihin tulisi reagoida patoturvallisuustoiminnassa.

5.2.2 Toteutustavat

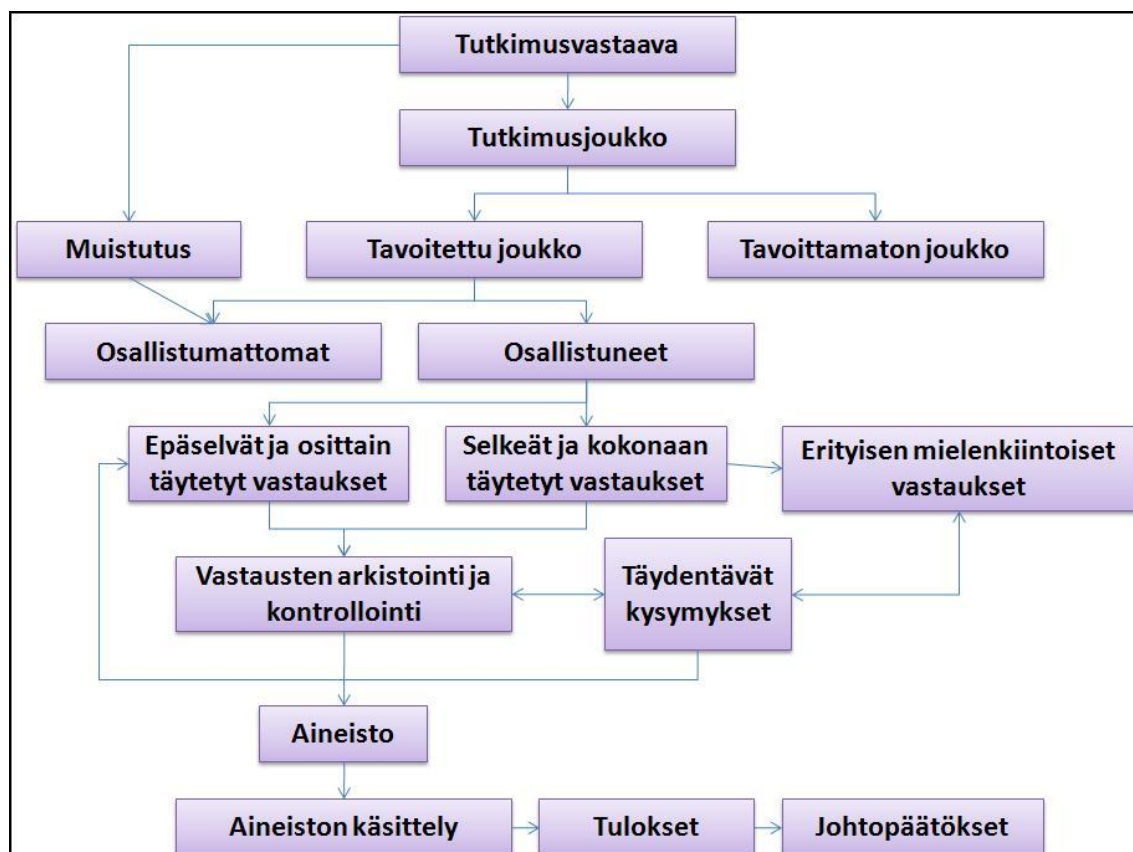
Kysely toteutettiin 30.9.–31.11.2009 välisenä aikana. Se lähetettiin sähköpostitse 30.9.2009 yhteensä 98 henkilölle/taholle. Yhteensä 83 kyselyä osoitettiin padon omistajille ja asiantuntijoille sekä 13 kyselyä alueellisille ympäristökeskuksille ja kaksi kyselyä Suomen ympäristökeskukselle (SYKE). Kuvassa 5.1 on esitetty kyselytutkimuksen prosessikaavio, jonka mukaan kyselyprosessi toteutettiin.

Vastausaikaa kyselyn täyttämiseen ensimmäisellä kierroksella annettiin 31.10.2009 asti. Matalan vastausprosentin takia kyselytutkimuksesta muistutettiin sähköpostitse ensimmäisen vastausajan päätyttyä kaikille vastaamatta jättäneille tahoille. Muistutuskierron jälkeen kaikkia tuloksia alettiin käsitellä 1.12.2009. Epäselviin ja erityisen mielenkiintoisiin vastauksiin kohdistettiin tarpeen mukaan vielä tarkentava puhelin- tai sähköpostitiedustelu.

Kyselyn avoimista kysymyksistä johtuen voidaan sanoa, että tutkimus oli pääasiassa kartoittava. Kysely ja sen tulokset toimivat hyvänä esitutkimuksena mahdolliselle laajemmalle ja tarkemmalle tutkimustyölle tulevaisuudessa.

Avoimien kysymysten käyttöä kyselytutkimuksessa on kritisoitu kirjallisuudessa muun muassa siitä syystä, että tuloksia on vaikea analysoida ja käsitellä. Avointen kysymysten vastauksissa on hyvin paljon eroavaisuuksia sanamuodoissa, vastausten pituudessa ja selkeydessä mm. vastaajien luonteesta ja asiantuntevuudestaan riippuen. (Jyrinki 1977, Räsänen 2006.) Avointen kysymysten käytössä on kuitenkin etunakin, esimerkiksi Jyrinki (1977) toteaa teoksessaan avointen kysymysten eduksi sen, että ne eivät ole johdattelevia, koska avoimet kysymykset eivät pakota vastaajaa valitsemaan annettujen vaihtoehtojen joukosta. Jyringin (1977) mukaan avoimista vastauksista nähdään myös onko vastaajalla kantaa tai asennetta kysyttyyn asiaan. Lisäksi avoin kysymys sallii vastaajan puhua kysytystä asiasta tavalla, joka on vastaa-

jalle luonteenomaista. Avoimia kysymyksiä on hyvä käyttää tilanteissa, joissa ei etukäteen tiedetä mitkä ovat kysyttyyn aiheeseen liittyviä keskeisiä asioita tai silloin, kun on tarkoitus saada tietoa tutkittavasta ilmiöstä tai halutaan vastaajien kertovan ja kartoittavan tutkimusaihealueeseen liittyviä tekijöitä. (Jyrinki 1977.) Tästä syystä avointen kysymysten käyttö myös tässä tutkimuksessa oli perusteltua.



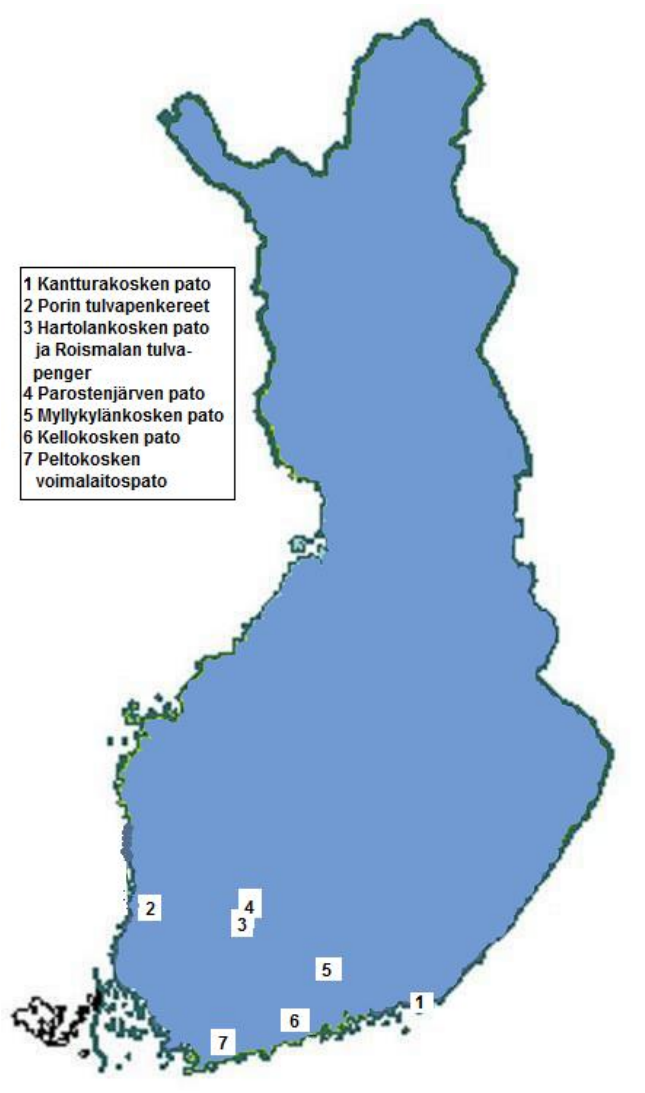
Kuva 5.1 Kyselytutkimuksen prosessikaavio.

5.3 HAVAINNOINTIKOhteet

5.3.1 Kohteiden sijainnit

Havainnointia maastossa tehtiin yhteensä kahdeksalla eri padolla tai tulvapenkereellä. Kaikki kohteiden patoturvallisuusviranomaisena toimii Hämeen elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskus. Kuvassa 5.2 on esitetty havainnointikohteiden sijainti kartalla. Hartolankosken padon ja Roismalan tulvapenkereen hyvin läheisestä sijainnista johtuen nämä kohteet on merkitty kuvassa samaan kohtaan (kuva 5.2, kohta 3).

Seuraavassa esitellään havainnointikohteita hieman paremmin. Esittelyissä padon korkeudella tarkoitetaan vanhan patoturvallisuuslain (L 1.6.1984/413) mukaista korkeutta ylimmän vesipinnan tason ja padon taustan välillä.



Kuva 5.2 Havainnointikohteiden sijainti kartalla.

5.3.2 Kantturakosken voimalaitospato

Kantturakosken voimalaitospato sijaitsee Virojoessa. Pato koostuu betonipato- ja maapato-osuudesta. Betonipadon harjan leveys on 1,5 m ja sen suurin korkeus on 5,90. Voimalaitospadon maapato-osuus on homogeeninen maapato, jonka harjan leveys on 2,0 m ja sen kuivan luiskan kaltevuus on 3:1. Maapato on rakennettu 1920-

luvulla. Maapadon sisään on upotettu puuponttirakenne estämään veden virtaus maapadon lävitse. Kantturakosken pato on 3-luokan pato. (PATO-tietojärjestelmä 2009.) Kantturakosken voimalaitospadolla suoritettiin määräaikaistarkastus 19.10.2009. Määräaikaistarkastuksen yhteydessä tutustuttiin patoon maastossa ja valokuvattiin kasvillisuuden aiheuttamia ongelmia padolla.

5.3.3 Porin tulvapenkereet

Porin tulvapenkereet sijaitsevat Kokemäenjoen rannikolla. Porin kaupunki haluaa tulvapenkereitä nimitettävän tulvapadoiksi niiden huomattavan suuresta vahingonvaarasta johtuen. Patoturvallisuuslain (494/2009) mukaisesti tässä tutkimuksessa käytetään kuitenkin nimitystä tulvapenger. Porin tulvapenkereet kuuluvat patoturvallisuusluokkaan 1.

Tulvapenkereet on rakennettu pääosin 1950–1970 –luvuilla toistuvuudeltaan kerran 20–50 vuodessa esiintyvälle tulvalle (Koskinen 2006). Alun perin penkereet on rakennettu maatalouden ja myöhemmin asutuksen suojaksi. Nykyisten suositusten mukaan asutus tulisi suojata kerran 100–200 vuodessa esiintyvältä tulvalta (Ollila 2002). Vuolan (2009) mukaan penkereiden yhteispituus on noin 25 kilometriä ja niiden korkeus on suurimmaksi osaksi ollut ennen 2008 aloitettua ensiapukorjausta alle kolme metriä. Ensiapukorjausten aloittaminen on ollut välttämätöntä, koska tulvapenkereiden korkeus on ollut paikoitellen liian matala ja tulvapenkereillä on havaittu mm. eroosion aiheuttamia painumia ja kulumia, myyrän koloja sekä puiden juuria patorakenteissa. Vuolan (2009) mukaan liian matalilla penkereillä suurtulvatilanteessa tulvaveden korkeus ylittää tulvapenkereiden harjan korkeuden.

Yleisesti voidaan todeta, että Porin tilanne on huolestuttava ja penkereet tarvitsevat välittömiä korjaus- ja huoltotoimenpiteitä. Etenkin jää- ja hyydepatojen muodostuminen koetaan vaaralliseksi, tulvatilanteita muodostavaksi ongelmaksi Porin seudulla.

Porin tulvapenkereiden tilannetta ja Kokemäenjoen tulvariskiä ovat käsitelleet esimerkiksi Koskinen (2006), Koskinen (2008) ja Rusola (2008).

Porin tulvapenkereillä suoritettiin määräaikaistarkastus 13.11.2009. Määräaikaistarkastuksen yhteydessä tutustuttiin penkereisiin maastossa ja valokuvattiin kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia ongelmia padolla.

5.3.4 Prostenjärven pato

Parostenjärven pato on tehty vanhan louhoksen jätealueen maisemointialtaan patoamiseksi. Pato sijaitsee Ylöjärvellä, puolustusvoimien tutkimuskeskuksen alueella ja se on valtion omistuksessa. Se on homogeeninen maapato, jonka pituus on noin 200 metriä, harjan leveys on 10 metriä ja luiskien kaltevuudet 1:2. Parostenjärven pato on 2-luokan pato. (PATO-tietojärjestelmä 2009.)

Parostenjärven patoon tutustuttiin maastokäynnillä 4.12.2009. Padolla valokuvattiin kasvillisuuden aiheuttamia ongelmia.

5.3.5 Hartolankosken voimalaitospato ja Roismalan tulvapenger

Hartolankosken voimalaitospato ja Roismalan tulvapenger sijaitsevat Sastamalassa. Hartolankosken voimalaitospadon yläpuolinen vesistö on Liekovesi, jonka rannalla Roismalan tulvapengerkin sijaitsee. Voimalaitospadon alapuolella virtaa Kokemäenjoki. Hartolankosken voimalaitospato on otettu käyttöön 1951. Pato koostuu betonipato- ja maapatojaksoista. Uittoaukko, koneasema ja säännöstelypato ovat betonipatoja. Padon vasemmalla ja oikealla puolella yläjuoksussa on homogeeniset maapadot. Vasemman puoleisen maapadon harjan leveys on noin 6 m ja sen suurin korkeus noin 4 m. Oikeanpuoleisen maapadon harjan leveys on noin 15 m ja sen suurin korkeus vastaavasti noin 1,7 m. Padon harjan poikki kulkee ajokelpoinen väylä. Molempien maapatojen luiskien kaltevuudet ovat 1:2. Hartolankosken voimalaitospato on 2-luokan pato ja Roismalan tulvapenger on luokittelematon. (PATO-tietojärjestelmä 2009.)

Hartolankosken voimalaitospatoon ja Roismalan tulvapenkereeseen tutustuttiin maastokäynnillä 4.12.2009. Padolla valokuvattiin kasvillisuuden ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia ongelmia.

5.3.6 Myllykylänkosken pato

Myllykylänkosken säännöstelypato sijaitsee Kärkölän Myllykylässä, Teuronjoessa. Pato on otettu käyttöön 1968. Pato koostuu betonipadosta, jonka molemmiin puolin ovat maapenkereet. Betonipadon pituus on noin 20 m ja harjan leveys on noin 20,50 m. Myllykylänkosken pato on 3-luokan pato. Padon alapuolisella maapenkereellä on kiviverhoiluja. (PATO-tietojärjestelmä 2009.)

Patoon ei kuulu varsinaista maapatoa, mutta puuston juuristo on kuitenkin aiheuttanut jonkinlaisia ongelmia padon alapuolisessa keilaverhoilussa. Keilaverhous on selvitetty tarkemmin tulosten yhteydessä, kohdassa 6.2.5. Vaikka tutkimuksessa on tarkoitus keskittyä vain maapatoihin, Myllykylänkoskeen tutustuttiin lähinnä siitä syystä, että kyselytutkimuksessa, aiemmissa määrääaikaistarkastuksissa ja esimerkiksi Rämetsä & Huura (2004) ovat todenneet puuston aiheuttamia ongelmia myös betonipadoilla ja silloilla etenkin Myllykylänkosken kaltaisissa kivi- eli keilaverhoilutapauksissa. Tällaisissa tapauksissa kivetykseen ja verhoiluun tunkeutuneet puun juuristot voivat pahimmassa tapauksessa hajottaa verhoilun ja aiheuttaa eroosiota.

Maastokäynti Myllykylänkosken padolle tehtiin 10.12.2009. Padolla valokuvattiin kasvillisuuden aiheuttamia ongelmia.

5.3.7 Kellokosken pato

Kellokosken voimalaitospato sijaitsee Tuusulan Kellokoskessa, Keravajoessa. Keravanjoen ylittävän pato-osan pituus on 24,5 m. Lisäksi patorakenteisiin kuuluvat yläkanavan sivumuurit, joiden yhteispituus on 33,5 m. Padon säännöstelyosuus ja yläkanavan vasemmalla ja oikealla puolella olevat muurit ovat betonipatoja. Lisäksi patoon kuuluu maapato-osuus, joka on puuponttiseinällä varustettu vyöhykepato. Maapadon harjan leveys on noin 2 m ja sen märän luiskan kaltevuus on 1:2. Padon pituus on noin 100 m ja putouskorkeus noin 7 m. Kellokosken voimalaitospato on otettu käyttöön 1798 ja se on patoturvallisuusluokaltaan 2-luokan pato. (PATO-tietojärjestelmä 2009.)

Maastokäynti Kellokosken padolle tehtiin 10.12.2009. Padolla valokuvattiin kasvillisuuden aiheuttamia ongelmia.

5.3.8 Peltokosken pato

Peltokosken voimalaitos sijaitsee Mustionjoen Yläjuoksulla Karjaalla, Raaseporin kunnassa. Voimalaitoksen omistaa Fortum Power and Heat Oy. Patorakenteet on rakennettu vuosina 1950–1952. Peltokosken voimalaitoksen patorakenteet on sijoitettu keskeisesti jokiuomaan. Reunoilla on lamellipadot, keskellä koneasema ja tulva-aukot. Peltokosken voimalaitokseen liittyy kaksi maapatoa, jotka liittävät betonirakenteet molemmille rannoille. Padot ovat puuponttiseinällä varustettuja homogeenisiä maapatoja. Molempien maapatojen harjojen leveydet ovat noin 4 m. Padolla on putouskorkeutta 11 m ja se on 2-luokan pato. (PATO-tietojärjestelmä 2009.)

Maastokäynti Peltokosken padolle tehtiin 10.12.2009. Padolla valokuvattiin kasvillisuuden aiheuttamia ongelmia.

6 TULOKSET JA NIIDEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI

6.1 KYSELYN TULOKSET

6.1.1 Vastausten määrästä, laadusta

Vastauksia saapui yhteensä 44 kappaletta, joista 12 vastausta oli elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksilta, yksi SYKE:ltä ja loput padon omistajilta ja asiantuntijoilta. Ensimmäisen kierroksen jälkeen (31.10.2009 mennessä) vastauksia oli saapunut yhteensä 24 kappaletta ja toisen kierroksen jälkeen (30.11.2009 mennessä) yhteensä 44 kappaletta.

Kyselyn kokonaisvastausprosenttiosuudeksi tuli 44,9 %. Yhteisesti elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskuksista ja SYKE:stä vastasi 86,7 %. Padon omistajista ja asiantuntijoista vastasi 37,3 %. Heikkilän (2008) mukaan postikyselyn, joka on tässä tapauksessa verrattavissa sähköpostikyselyyn, vastausprosentti vaihtelee 20–80 % välillä, mutta useimmiten tulos jää alle 60 %. Edelliseen verrattuna tämän sähköpostikyselyn vastausprosenttiosuutta voidaan pitää suhteellisen hyvänä. Näitä vastausprosentteja mielenkiintoisempana ja tärkeämpänä tietona tutkimuksen kannalta voidaan pitää tietoa siitä, kuinka suurta osaa Suomen padoista vastaukset kaiken kaikkiaan koskivat. Kyselyn 44 vastausta koskivat yhteensä 280 Suomen maapatoa. Näiden osuus kaikista Suomen noin 400 padosta on 70 %.

Viranomaiset ja asiantuntijat vastasivat kyselyyn melko hyvin. Padon omistajista osa ei kommentoinut kyselyä lainkaan edes muistutuskierron jälkeen. Vastaamiseen on mahdollisesti vaikuttanut mm. asiantuntemus ja kiinnostus asiaa kohtaan. Vastausten laadusta voidaan sanoa viranomaisten ja asiantuntijoiden vastanneen melko yleisellä tasolla kysymyksiin. Padon omistajat kommentoivat kysymyksiä paikoitellen hyvin yksityiskohtaisesti. Lisäksi voidaan vielä todeta, että elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten roolit poikkeavat toisistaan, koska patoturvallisuustehtävät ja valvontavastuu on keskitetty Hämeen, Etelä-Pohjanmaan, Pohjois-Savon, Kainuun ja Lapin ELY-keskusten kesken ja mm. myös tästä syystä viranomaisten kesken vastustavoissa ja vastausten sisällössä oli eroavaisuuksia. Lisäksi patojen tyypeistä riippuen vastausten sisällöissä oli myös nähtävissä jonkinlaisia eroavaisuuksia. Esimerkiksi suurilla voimatalouspadoilla ja jätepadoilla seuranta, valvonta ja kunnossapito

saattavat toimia paremmin ja näin ollen ongelmien havainnointi on helpompaa tai ongelmia esiintyy hyvin vähän verrattuna pienempiin ja luokittelemattomiin patoihin ja penkereisiin.

Vastaukset koskivat yhteensä 70 %:a kaikista Suomen padoista. Tulosten vastausten voidaan sanoa kattavan melko hyvin koko Suomen maapatojen tilannetta lisäksi siitä syystä, että Hämeen, Etelä-Pohjanmaan, Pohjois-Savon, Kainuun ja Lapin ELY-keskukset, joihin Suomen patoturvallisuustehtävät ja valvonta on keskitetty, vastasivat kyselyyn. Lisäksi täydentäviä kommentteja tiettyjä patoja koskien nousi esiin muiden ELY-keskusten, padon omistajien sekä asiantuntijoiden vastauksista.

Saapuneista vastauksista yhteensä kuudessa tapauksessa ei vastattu kysymyksiin lainkaan. Tyhjät palautuskaavakkeet johtuivat joko siitä, että vastaajan padoilla ei ollut tavattu minkäänlaisia häiriöitä, aiheesta ei ollut mitään kommentoitavaa vastaajan toiminta-alueella tai patoturvallisuudesta vastaava henkilö ei ollut tavoitettavissa kyselyn toteutushetkellä.

Taulukko 6.1 Kyselyn vastausmäärät, jakaumat viranomaisten ja muiden kyselyyn osallistuneiden kesken sekä vastausten sisältö.

	Määrä (kpl)
Vastauksia yhteensä	44
Viranomaiset	13
Padon omistajat ja asiantuntijat	31
Vastaamatta jättänyt yhteensä	54
Viranomaiset	2
Padon omistajat ja asiantuntijat	52
Saapuneiden vastausten sisältö yhteensä	44
Täytetyt lomakkeet	38
Tyhjät lomakkeet	6

Taulukossa 6.1 on esitetty edellä mainitut kyselyn vastausmäärät, vastausten jakautumat viranomaisten ja muiden kyselyyn osallistuneiden kesken sekä vastausten jakautuminen sisällöllisesti täytettyjen ja tyhjäksi jätettyjen vastauslomakkeiden kesken.

6.1.2 Vastausten analysointiperusteista

Tulosten analysoimiseksi käytettiin apuna Tuomen & Sarajärven (2009) teoksessa ja Räsänen (2006) artikkelissa esitettyjä laadullisen aineiston analyysimenetelmiä (sisällönanalyysi). Tuomi & Sarajärvi (2009) toteavat sisällönanalyysistä, että sen avulla pyritään järjestämään aineisto tiiviiseen ja selkeään muotoon kadottamatta tutkimusaineiston sisältämää informaatiota. Heidän mukaan sisällönanalyysin avulla hajanaisesta aineistosta pyritään luomaan mielekästä, selkeää ja yhtenäistä informaatiota. Aineiston laadullinen käsittely perustuu loogiseen päättelyyn ja tulkintaan, jossa aineisto aluksi hajotetaan osiin, käsitteellistetään ja kootaan uudestaan uudella tavalla loogiseksi kokonaisuudeksi.

Sisällönanalyysi muodostettiin aineistolähtöisesti (Tuomi & Sarajärvi 2009). Aineiston luokittelut ja ryhmittelyt tehtiin kuitenkin hieman pelkistetympin Tuomen & Sarajärven (2009) esimerkkeihin verrattuna. Kyselytutkimuksen vastaukset pelkistettiin ja ryhmiteltiin pääluokkiin. Tarkempaa ryhmittelyä ei koettu tarpeelliseksi, koska tarkoituksena tutkimuksessa oli saada selville kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamat pääongelmat ja miten niihin on reagoitu. Aineiston luokittelu perustui lisäksi kirjallisuustutkimuksessa esille tulleisiin teorioihin kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamista vaikutuksista maapatoihin. Seuraavassa kappaleessa on kerrottu hieman tarkemmin vastausten luokittelusta.

6.1.3 Vastausten luokittelusta

Saapuneet vastaukset luokiteltiin aluksi kysymysten mukaan viiteen eri yläluokkaan:

- Yläluokka 1: vastaajien ja patojen taustatiedot.
- Yläluokka 2: puiden ja kasvien aiheuttamat ongelmat.
- Yläluokka 3: eläinten aiheuttamat ongelmat.
- Yläluokka 4: luvattomien toimenpiteiden aiheuttamat ongelmat.
- Yläluokka 5: muut kommentit.

Tutkimuksen kannalta kiinnostavimmat vastaukset esiintyivät yläluokissa 2-4. Yläluokassa 1 nimetyt padot jäsenneltiin niiden sijainnin mukaan kartalle. Yläluokissa 2-

4 jäseneltä vastaukset pääongelmien mukaan. Yläluokan 5 vastaukset olivat lähinnä yleisellä tasolla esitettyjä muita kommentteja kyselytutkimusta ja sen aihealuetta koskien. Siinä ei ilmennyt enää uusia asioita edellisiin yläluokkiin 2-4 nähden. Tästä syystä ei ole ollut tarpeen analysoida yläluokassa 5 esiintyneitä kommentteja tarkemmin.

Tutkimuksen jokainen kysymys, mukaan lukien mahdolliset alakysymykset käsiteltiin erikseen, erotellen toisistaan vastaukset, joiden mukaan padoilla ei ollut mainittavia ongelmia ja vastaukset, joiden mukaan ongelmia on esiintynyt. Tyhjät vastaukset ja vastaukset joissa todettiin, että ongelmia ei ole esiintynyt jätettiin analysoinnin ulkopuolelle. Tämän jälkeen listattiin kaikki kysymyksessä esille tulleet pääongelmat yhteen ja kirjattiin myös mahdolliset positiiviset näkökulmat ylös. Alkuperäisistä ongelmailmauksista muodostettiin pelkistetyt ilmaukset, jotka edelleen ryhmiteltiin yhdistävien tekijöiden mukaan pääluokkiin, jolloin saatiin muodostettua ongelmia aiheuttavat pääteemat maapadoilla.

Vapaamuotoisista kysymyksistä johtuen vastausten sanamuodot, tyylit ja laajuudet vaihtelivat hyvin paljon. Vastausten erilaisuudesta huolimatta yläluokista voitiin suhteellisen helposti tyypitellä erilaiset pelkistetyt ilmaukset ja näiden pohjalta edelleen ongelmia kuvaavat pääluokat. Vastausten luokittelusta ja tyypittelystä on kerrottu tarkemmin seuraavissa kappaleissa 6.1.3.1- 6.1.3.5.

6.1.3.1 Yläluokka 1: vastaajien ja patojen taustatiedot

Kyselyn ensimmäinen kysymys käsitteli vastaajien taustatietoja. Siinä tiedusteltiin vastaajan yhteystietoja ja mitä organisaatiota/ yritystä vastaaja mahdollisesti edustaa sekä patojen nimiä, tyyppejä ja sijaintia.

Useamman ELY-keskuksen vastaus koski kaikkia maapatoja keskusten valvonnan alueella. Kolmen ELY-keskusten vastaus koski kuitenkin vain muutamia valittuja maapatoja. Padonomistajien vastaukset kohdistuivat kaikki joihinkin tiettyihin yksittäisiin patoihin. Asiantuntijoiden vastauksissa oli sekä muutamia yksittäisiin patoihin kohdistettuja vastauksia, että yleisellä tasolla aihetta kommentoivia vastauksia.

Tulosten pohjalta oli mahdollista jäsenellä erikseen vastauksissa esiintyneet padot niiden luokitusten mukaan ja merkitä niiden sijainti kartalle. Kyselyn 44 vastausta koskivat yhteensä 280 Suomen maapatoa, joiden osuus kaikista Suomen luokitelluista maapadoista (noin 400 kpl) on 70 %. Näiden 280 maapadon lisäksi useamman ELY-keskuksen valvonnan piiriin kuuluu useita satoja tai jopa tuhansia tulvapenkereitä, joita ei ole laskettu mukaan edellä mainittuun summaan. Esimerkiksi Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen vastaus koski tulvapenkereitä muun muassa Himangalla ja Kyrönjoen sekä Lapuanjoen varsilla, yhteensä satojen kilometrien matkalla. Porin kaupungin vastaus koski tulvapenkereitä Kokemäenjoen, Harjunpäänjoen ja kuivatusojien varsilla noin 25 kilometrin matkalla. Porin tulvapenkeret kuuluvat Hämeen ELY-keskuksen valvonnan piiriin. Lisäksi muutama vastaus koski myös betonipatoja. Betonipadot on jätetty tulosten analysoinnin ulkopuolelle, koska tutkimuksen tarkoituksena on tutkia erityisesti maapadoilla esiintyviä ongelmia kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden suhteen.

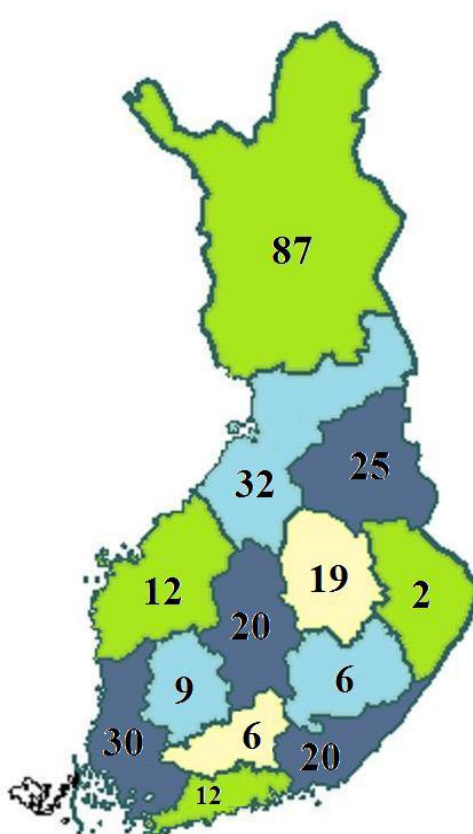
Vastauksissa esiintyneet maapadot voidaan tyypitellä joko patoturvallisuuslain mukaisiin luokkiin tai käyttötarkoituksensa mukaisiin luokkiin. Taulukoissa 6.2 ja 6.3 on esitetty kyseiset jaottelut. Taulukoiden 6.2 ja 6.3 lukemat ja jaottelut on selvitetty kyselytutkimukseen ja ympäristöhallinnon PATO-tietojärjestelmään perustuen.

Taulukko 6.2 Kyselyn vastauksissa esiintyneet maapadot patoturvallisuuslain mukaan luokiteltuna.

Patoturvallisuuslain mukaiset luokat	Kpl
Luokka 1	33
Luokka 2	117
Luokka 3	110
Luokittelematon pato	20
Yhteensä	280

Taulukko 6.3 Kyselyn vastauksissa esiintyneet maapadot käyttötarkoituksen mukaan luokiteltuna.

Käyttötarkoitukseluokittelu	Kpl
Voimatalous	77
Säännöstely	110
Vedenhankinta	10
Tulvasuojelu	8
Jätepato	37
Kaivospato	2
Moninaiskäyttö	36
Yhteensä	280



Kuva 6.1 Kyselyn vastauksista esille tulleiden maapatojen (yhteensä 280 kpl) sijainti kartalla, jaoteltuna ELY-keskusten aluerajausten mukaisesti. Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan ELY-keskusten alueella esiintyneet padot on merkitty yhteisesti yhdelle alueelle ja samoin Satakunnan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueella esiintyneet padot on merkitty yhteisesti yhdelle alueelle.

Kuvassa 6.1 on esitetty kartalla ELY-keskusten aluerajausten mukaisesti missä päin Suomea kyselyyn vastanneiden viranomaisten, padon omistajien ja asiantuntijoiden esille tuomat 280 maapatoa sijaitsevat. Kartassa Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan ELY-keskusten alueella esiintyneet padot on merkitty yhteisesti yhdelle alueelle (entinen Länsi-Suomen ympäristökeskus) ja samoin Satakunnan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueella esiintyneet padot on merkitty yhteisesti yhdelle alueelle (entinen Lounais-Suomen ympäristökeskus). Esimerkiksi vastauksissa mainituista maapadoista 87 sijoittui Lapin ELY-keskuksen alueelle. Kuvan 6.1 lukemat on selvitetty kyselytutkimukseen ja ympäristöhallinnon PATO-tietojärjestelmään perustuen. Lukemat eivät kuvaa koko Suomen maapatojen määrää vaan ainoastaan kyselytutkimuksessa esille tulleiden maapatojen määrää ja niiden sijaintia.

6.1.3.2 Yläluokka 2: puiden ja kasvien aiheuttamat ongelmat

Puiden ja kasvien aiheuttamia ongelmia käsiteltiin kyselyn toisessa kysymyksessä. Kysymys oli jaettu neljään eri kohtaan 2.1–2.4, joista ensimmäisessä kohdassa 2.1 oli tehty jako vielä viiteen eri alakohtaan a-e.

Kohta 2.1

Kohdassa a tiedusteltiin padon kuivalla luiskalla kasvillisuudesta johtuneita ongelmia. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi tai siinä todettiin, että merkittäviin ongelmiin ei ole törmätty yhteensä 22 vastauksessa (50 % vastauksista). Muutamissa vastauksissa, joiden mukaan ongelmia ei ole ilmennyt, kommentoitiin, että ongelmat pysyvät poissa säännöllisten raivaustöiden ansiosta.

Kohdassa b tiedusteltiin padon märällä luiskalla kasvillisuudesta johtuneita ongelmia. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi tai siinä todettiin, että merkittäviin ongelmiin ei ole törmätty yhteensä 26 vastauksessa (59 % vastauksista). Useassa vastauksessa, joiden mukaan ongelmia ei ole ilmennyt, todetaan, että padon märällä luiskalla ei kasva lainkaan puustoa.

Kohdassa c tiedusteltiin padon harjalla kasvillisuudesta johtuneita ongelmia. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi tai siinä todettiin, että merkittäviin ongelmiin ei

ole törmätty yhteensä 29 vastauksessa (66 % vastauksista). Useassa vastauksessa, joiden mukaan ongelmia ei ole ilmennyt, todetaan että padon harjalla ei kasva lainkaan puustoa ja harjalla on kulkuväylä.

Kohdassa d tiedusteltiin salaojissa tai niiden ympäristössä kasvillisuudesta johtuneita ongelmia. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi tai siinä todettiin, että merkittäviin ongelmiin ei ole törmätty yhteensä 32 vastauksessa (73 % vastauksista). Useassa vastauksessa, joiden mukaan ongelmia ei ole ilmennyt, mainitaan että salaojia ei ole lainkaan.

Kohdassa e tiedusteltiin padon ympäristössä kasvillisuudesta johtuneita ongelmia. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi tai siinä todettiin, että merkittäviin ongelmiin ei ole törmätty yhteensä 33 vastauksessa (75 % vastauksista).

Kuivan luiskan ongelmiin (kohta a) oli törmännyt 50 % vastanneista. Vastaavasti märän luiskan ongelmiin (kohta b) oli törmännyt 41 %, padon harjan ongelmiin (kohta c) 34 %, salaojaongelmiin (kohta d) 27 % ja ongelmiin muualla padon ympäristössä (kohta e) oli törmännyt 25 % vastanneista. Yleisimpinä ongelmina yhteisesti kaikista kohdista a-e nousivat esiin seuraavan listauksen mukaiset asiat.

- Raivaus-, puhdistus- ja korjaustyön lisääntyminen.
- Tarkkailun ja havainnoinnin vaikeutuminen.
- Eroosio-ongelmien syntyminen.
- Padolla kulkemisen vaikeutuminen.

Taulukkoon 6.4 on eritelty kohdissa a-e mainitut ongelmat yksityiskohtaisemmin. Taulukossa 6.4 on kerrottu myös kuinka monessa vastauksessa kyseiset ongelmat ovat esiintyneet.

Taulukko 6.4 Puiden ja kasvien aiheuttamat ongelmat, pelkistetyt ilmaukset.

Puiden ja kasvien aiheuttamat ongelmat		
Ongelma (pelkistetty ilmaus)		Kohta a) Kuivan luiskan ongelmat. Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa ongelma on mainittu.
A	Kasvillisuus haittaa tarkastustyötä.	9
B	Puuston ja kasvien kasvusta aiheutuva jatkuva raivaustyö.	8
C	Juurten tunkeutuminen padon rakenteeseen, juuriston aiheuttama kivi-verhoilujen rikkoutuminen ja eroosio-ongelmien syntyminen.	2
D	Kasvillisuus vaikeuttaa kulkua padolla.	1
E	Kasvillisuus vaikeuttaa suotokohtien havainnointia.	1
F	Syksyn lehdet ajautuvat välppiin ja aiheuttavat tukoksia ja puhdistustyötä.	1
G	Puuston kaatuminen juurineen ja siitä aiheutuva eroosio.	1
H	Padon rakentamisen aikana patorakenteisiin jääneiden kasvien juurten aiheuttama eroosio ja padon vuoto.	1
	Yhteensä, kpl.	24 (joista 2 vastauksessa ongelmina mainittiin enemmän kuin yksi kohta: toisessa vastauksessa kohdat A & D ja toisessa A & G)
Ongelma (pelkistetty ilmaus)		Kohta b) Märän luiskan ongelmat. Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa ongelma on mainittu.
A	Puuston ja kasvien kasvusta aiheutuva jatkuva raivaustyö.	5

B	Kasvillisuus haittaa tarkastustyötä.	6
C	Juurten tunkeutuminen padon rakenteeseen, juuriston aiheuttama kiviverhoilujen rikkoutuminen ja eroosio-ongelmien syntyminen.	5
D	Puuston kaatuminen juurineen ja siitä aiheutuva eroosio.	2
E	Kasvillisuuden padottava vaikutus ja jäiden lähdön pidättäminen.	1
	Yhteensä, kpl.	19 (joista 1 vastauksessa ongelmina mainittiin enemmän kuin yksi kohta: kohdat B & D)
Ongelma (pelkistetty ilmaus)		Kohta c) Padon harjan ongelmat. Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa ongelma on mainittu.
A	Kasvillisuus vaikeuttaa kulkua padolla.	7
B	Puuston ja kasvien kasvusta aiheutuva jatkuva raivaustyö.	4
C	Juurten tunkeutuminen padon rakenteeseen, juuriston aiheuttama kiviverhoilujen rikkoutuminen ja eroosio-ongelmien syntyminen.	3
D	Kasvillisuus haittaa tarkastustyötä.	2
E	Kasvillisuuden aiheuttamat painumat ja epätasaisuus patorakenteissa.	2
	Yhteensä, kpl.	18 (joista 2 vastauksessa ongelmina mainittiin enemmän kuin yksi kohta (toisessa vastauksessa kohdat A & D ja toisessa kohdat A, C & D))
Ongelma (pelkistetty ilmaus)		Kohta d) Ongelmat salaojissa ja niiden ympäris-

		tössä. Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa ongelma on mainittu.
A	Kasvillisuuden ja puiden juurien aiheuttama salaojien tukkeutuminen ja rikkoutuminen sekä tukkeumista koituva puhdistustyö.	10
B	Puuston ja kasvien kasvusta aiheutuva jatkuva raivaustyö.	1
C	Kasvillisuus haittaa tarkastustyötä.	1
D	Kasvillisuuden tukkimat salaojien purkuojat ja muut ojat. Tukoksien aiheuttama veden pinnan nousu ojissa ja patoturvallisuustarkkailun vaikeutuminen.	1
	Yhteensä, kpl.	13 (joista 1 vastauksessa ongelmina mainittiin enemmän kuin yksi kohta: kohdat A & D)
Ongelma (pelkistetty ilmaus)		Kohta e) Ongelmat muualla padon ympäristössä. Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa ongelma on mainittu.
A	Puuston ja kasvien kasvusta aiheutuva jatkuva raivaustyö.	4
B	Kasvillisuus haittaa tarkastustyötä.	3
C	Kasvillisuus vaikeuttaa kulkua padolla.	2
D	Kasvillisuuden tukkimat salaojien purkuojat ja muut ojat. Tukoksien aiheuttama veden pinnan nousu ojissa ja patoturvallisuustarkkailun vaikeutuminen.	2
E	Kasvillisuus vaikeuttaa suotokohtien havainnointia.	1
F	Juurten tunkeutuminen padon rakenteeseen, juuriston aiheuttama kiviverhoilujen rikkoutuminen ja	1

	eroosio-ongelmien syntyminen.	
	Yhteensä, kpl.	13 (joista 2 vastauksessa ongelmina mainittiin enemmän kuin yksi kohta: toisessa vastauksessa kohdat B & C ja toisessa kohdat D & E)

Taulukon 6.4 pelkistettyjen ilmausten perusteella luokiteltiin ongelmat taulukon 6.5 mukaisiin pääluokkiin.

Taulukko 6.5 Puiden ja kasvien aiheuttamat ongelmat, pääluokat.

Pelkistetty ilmaus	Pääluokka
Kasvillisuus haittaa tarkastustyötä.	Tarkkailun ja havainnoinnin vaikeutuminen.
Kasvillisuus vaikeuttaa suotokohtien havainnointia.	
Puuston ja kasvien kasvusta aiheutuva jatkuva raivaustyö.	Raivaus-, puhdistus- ja korjaustyön lisääntyminen.
Syksyn lehdet ajautuvat välppiin ja aiheuttavat tukoksia ja puhdistustyötä.	
Kasvillisuuden ja puiden juurien aiheuttama salaojien tukkeutuminen ja rikkoutuminen sekä tukkeumista koituva puhdistustyö.	
Kasvillisuus vaikeuttaa kulkua padolla.	Padolla kulkemisen vaikeutuminen.
Juurten tunkeutuminen padon rakenteeseen, juuriston aiheuttama kiviverhoilujen rikkoutuminen ja eroosio-ongelmien syntyminen.	Eroosio-ongelmien ja tukosten syntyminen.
Puuston kaatuminen juurineen ja siitä aiheutuva eroosio.	
Padon rakentamisen aikana patorakenteisiin jääneiden kasvien juurten aiheuttama eroosio ja padon vuo-	

to.	
Kasvillisuuden tukkimat salaojien purkuojat ja muut ojat. Tukoksien aiheuttama veden pinnan nousu ojissa ja patoturvallisuustarkkailun vaikeutuminen.	
Kasvillisuuden padottava vaikutus ja jäiden lähdön pidättäminen.	
Kasvillisuuden aiheuttamat painumat ja epätasaisuus patorakenteissa.	

Ongelmien lisäksi muutamissa yksittäisissä vastauksissa tuotiin esiin myös kasvillisuuden ja puuston tuomat positiiviset vaikutukset. Tällaisia asioita olivat:

- kasvillisuuden maisemallinen merkitys
- padon luiskien stabiliteetin lisääminen ja eroosion syntymisen estäminen oikeantyyppisellä kasvillisuusverhoilulla
- vesakon kasvun hidastuminen kunnollisen ja harvan puuston avulla
- patorakenteen routimisen vähentäminen harjalla kasvavan puuston avulla (puusto kerää lunta).

Kohta 2.2

Kohdassa 2.2 kysyttiin miten edellisessä kohdassa mainittuihin kasvillisuuden aiheuttamiin ongelmiin on reagoitu ja millaisia toimenpiteitä ongelmat ovat vaatineet. Kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi yhteensä 14 vastauksessa (32 % vastauksista). Näin ollen 68 % vastanneista on joutunut reagoimaan ongelmiin. Vastausten perusteella ongelmiin on reagoitu pääsääntöisesti seuraavan taulukon 6.6 mukaisilla toimenpiteillä. Taulukossa 6.6 on kerrottu myös kuinka monessa vastauksessa kyseiset ongelmat ovat esiintyneet.

Taulukko 6.6 Reagointi puiden ja kasvien aiheuttamiin ongelmiin, pelkistetyt ilmaukset.

Reagointi puiden ja kasvien aiheuttamiin ongelmiin		
Reagointitapa (pelkistetty ilmaus)		Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa reagointitapa on mainittu.
A	Kasvillisuuden raivaustyö tarvittaessa, 2-6 vuoden välein tai määräaikaistarkastuksessa tehtyjen sopimusten mukaan padolla ja salaojien läheisyydessä.	27
B	Kuivatusjärjestelmän tarkastus, haitallisten puiden ja kasvien poisto sekä perkauskauvut.	5
C	Vaurioiden korjaus ja massan/murskeen lisäys padolle.	3
D	Salaojien kaivu syvälle ja salaojaputkiston purkuputken teko umpiputkesta.	1
	Yhteensä, kpl.	36 (joista 7 vastauksessa reagointitapoina mainittiin enemmän kuin yksi kohta: neljässä vastauksessa kohdat A & B, kahdessa vastauksessa kohdat A & C ja yhdessä vastauksessa kohdat A & D)

Taulukon 6.6 pelkistettyjen ilmausten perusteella luokiteltiin reagointitavat taulukon 6.7 mukaisiin pääluokkiin.

Taulukko 6.7 Reagointi puiden ja kasvien aiheuttamiin ongelmiin, pääluokat.

Pelkistetty ilmaus	Pääluokka
Kasvillisuuden raivaustyö tarvittaessa, 2-6 vuoden välein tai määräaikaistarkastuksessa tehtyjen sopimusten mukaan padolla ja salaojien läheisyydessä.	Tarkastus-, raivaus- ja puhdistustyöt.
Kuivatusjärjestelmän tarkastus, haitallisten puiden ja kasvien poisto sekä perkauskauvut.	
Vaurioiden korjaus ja massan/murskeen lisäys padolle.	Vaurioiden korjaustyöt.

Salaojien kaivu syvälle ja salaojaputkiston purkuputken teko umpiputkesta.	Ennakoivat toimenpiteet.
--	--------------------------

Kohta 2.3

Kohdassa 2.3 kysyttiin mitkä puu- ja kasvilajit ovat erityisesti tuottaneet ongelmia maapadoilla. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi yhteensä 16 vastauksessa (36 % vastauksista). Näin ollen 64 % vastanneista on kokenut erityisesti jonkin puu tai kasvilajin ongelmalliseksi. Vastausten perusteella selkeästi yleisimmät Suomen maapadoilla ongelmia tuottavat puulajit on esitetty seuraavassa taulukossa 6.8. Taulukossa 6.8 on kerrottu myös kuinka monessa vastauksessa kyseiset puulajit ovat esiintyneet. Ongelmalliseksi on koettu etenkin vesakot. Kasvilajeista myös pujo, horsma, valvatti, ohdakkeet ja kaislat ovat tuottaneet hankaluuksia muutamilla padoilla.

Taulukko 6.8 Puu- ja kasvilajit, jotka ovat erityisesti tuottaneet ongelmia maapadoilla, pelkistetyt ilmaukset.

Puu- ja kasvilajit, jotka ovat aiheuttaneet ongelmia maapadoilla		
Puulaji (pelkistetty ilmaus)		Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa puulaji on mainittu.
A	Paju	18
B	Koivu	13
C	Leppä	6
D	Mänty	4
E	Kuusi	3
		44
	Yhteensä, kpl.	(joista 13 vastauksessa puulajeja mainittiin enemmän kuin yksi: neljässä vastauksessa kohdat A & B, kolmessa vastauksessa kohdat A & C, kahdessa vastauksessa kohdat A, B & C, kahdessa vastauksessa kohdat A, B & D, yhdessä vastauksessa kohdat A, B, D & E ja yhdessä vastauksessa kohdat D & E)

Taulukon 6.8 pelkistettyjä ilmauksia ei ole tarvetta enempää luokitella. Tarvittaessa puulajit voidaan kuitenkin luokitella laajempiin luokkiin "lehtipuut" ja "havupuut".

Kohta 2.4

Viimeisessä kohdassa tiedusteltiin kuinka usein kasvillisuutta poistetaan maapadoilta. Kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi yhteensä 12 vastauksessa (27 % vastauksista). Näin ollen 73 % vastanneista poistaa kasvillisuutta padoiltaan ajoittain. Vastausten perusteella kasvillisuuden poistotiheys vaihtelee padoittain 1-10 vuoden välillä. Useimmiten raivausvälit kuitenkin vaihtelivat 2-6 vuoden välillä. Raivaustiheys on hyvin riippuvainen kohteesta; luiskien kaltevuuksista, karuudesta, sijainnista ja padolla kasvavasta kasvillisuudesta. Taulukossa 6.9 on esitetty tarkemmin raivausvälien vaihtelu vastauksissa. Taulukossa 6.9 kerrotaan myös kuinka monessa vastauksessa kyseiset raivausvälit ovat esiintyneet.

Taulukko 6.9 Kasvillisuuden raivausvälit maapadoilla, pelkistetyt ilmaukset.

Kasvillisuuden poisto maapadoilta		
Raivausväli (pelkistetty ilmaus)		Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa raivausväli on mainittu.
A	1 vuoden välein	4
B	2 vuoden välein	5
C	2-5 vuoden välein	7
D	4-6 vuoden välein	6
E	3-7 vuoden välein	1
F	5-10 vuoden välein	2
G	Tarvittaessa	6
	Yhteensä, kpl.	31 (joista 1 vastauksessa raivausvälejä mainittiin enemmän kuin yksi: kohdat B & F)

Taulukon 6.9 pelkistettyjä ilmauksia ei ole tarvetta enempää luokitella. Tarvittaessa raivausvälit voidaan kuitenkin luokitella esimerkiksi laajempiin luokkiin "viiden vuoden välein määräämääräaikaistarkastuksessa sovitut raivaukset" ja "muut raivaustyöt".

6.1.3.3 Yläluokka 3: eläinten aiheuttamat ongelmat

Eläinten aiheuttamia ongelmia käsiteltiin kyselyn kolmannessa kysymyksessä. Kysymys oli jaettu kolmeen eri kohtaan 3.1–3.3, joista ensimmäisessä kohdassa 3.1 oli tehty jako vielä kolmeen eri alakohtaan a-c.

Kohta 3.1

Kohdassa a tiedusteltiin eläinten aiheuttamia ongelmia padon luiskilla ja harjalla. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi tai siinä todettiin, että merkittäviin ongelmiin ei ole törmätty yhteensä 32 vastauksessa (73 % vastauksista).

Kohdassa b tiedusteltiin eläinten aiheuttamia ongelmia salaojissa tai niiden ympäristössä. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi tai siinä todettiin, että salaojia ei ole tai merkittäviin ongelmiin ei ole törmätty yhteensä 41 vastauksessa (93 % vastauksista).

Kohdassa c tiedusteltiin eläinten aiheuttamia ongelmia padon ympäristössä. Myös tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi tai siinä todettiin, että merkittäviin ongelmiin ei ole törmätty yhteensä 41 vastauksessa (93 % vastauksista).

Kohdan a ongelmiin on törmätty 12 vastauksessa (27 % vastauksista) ja molemmissa kohdissa b ja c ongelmiin on törmätty kolmessa vastauksessa (7 % vastauksista).

Yleisimpinä ongelmina yhteisesti kaikissa kohdissa a-c todettiin padon luiskilla pii-samin, myyrän tai majavan kaivamat kolot ja niistä aiheutuvat vuodot patorakenteessa ja esimerkiksi majavien rakennelmista johtuvat vettymisongelmat. Taulukkoon 6.10 on eritelty kohdissa a-c mainitut ongelmat yksityiskohtaisemmin. Taulukossa 6.10 on kerrottu myös kuinka monessa vastauksessa kyseiset ongelmat ovat esiintyneet.

Taulukko 6.10 Eläinten aiheuttamat ongelmat, pelkistetyt ilmaukset.

Eläinten aiheuttamat ongelmat		
Ongelma (pelkistetty ilmaus)		Kohta a) Padon luiskien ongelmat. Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa ongelma on mainittu.
A	Piisamien, myyrien tai majavien kaivamat kolot padon luiskissa.	11
B	Lehmien, porojen ja hirvien tallaamat polut padolla, heinän jyrsintä hyvin lyhyeksi ja näiden tekijöiden sekä rankkasateen yhteisvaikutuksesta johtuvat maamassojen valumat.	2
	Yhteensä, kpl.	13 (joista 2 vastauksessa ongelmina mainittiin molemmat kohdat A & B)
Ongelma (pelkistetty ilmaus)		Kohta b) Ongelmat salaojissa ja niiden ympäristössä. Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa ongelma on mainittu.
A	Myyrän, piisamin, sammakon tai myyräpyydystimien keräämien roskien aiheuttamat tukokset salaojissa ja niiden ympäristössä.	3
	Yhteensä, kpl.	3
Ongelma (pelkistetty ilmaus)		Kohta c) Ongelmat muualla padon ympäristössä. Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa ongelma on mainittu.
A	Majavien rakennelmat patojen ympäristössä aiheuttavat vettymisongelmia, jolloin padon taustan kuivatus ei toimi suunnitellulla	2

	tavalla.	
B	Majavien rakennelmat vaikeuttavat varsinaisen padon alapuolella olevien mittapatojen toimintaa.	1
	Yhteensä, kpl.	3

Lisäksi vastauksista ilmeni, että padoilla on tavattu sorsia ja vesilintuja talvehtimassa, kauriita ja hirviä ohikulkumatalla sekä lokkeja, kytä, sauikkoja ja minkkejä asustelemassa louhepenkereissä tai muualla padon lähetyvillä. Näistä eläimistä ei kuitenkaan ole ollut haittaa padon turvallisuudelle.

Taulukon 6.10 pelkistettyjen ilmausten perusteella luokiteltiin ongelmat taulukon 6.11 mukaisiin pääluokkiin.

Taulukko 6.11 Eläinten aiheuttamat ongelmat, pääluokat.

Pelkistetty ilmaus	Pääluokka
Piisamien, myyrien tai majavien kaivamat kolot padon luiskissa.	Eroosio-ongelmien ja tukosten syntyminen.
Lehmien, porojen ja hirvien tallaamat polut padolla, heinän jyrästä hyvin lyhyeksi ja näiden tekijöiden sekä rankkasateen yhteisvaikutuksesta johtuvat maamassojen valumat.	
Myyrän, piisamin, sammakon tai myyräpyydystimien keräämien roskien aiheuttamat tukokset salaojissa ja niiden ympäristössä.	
Majavien rakennelmat patojen ympäristössä aiheuttavat vettymisongelmia, jolloin padon taustan kuivatus ei toimi suunnitellulla tavalla.	
Majavien rakennelmat vaikeuttavat varsinaisen padon alapuolella olevien mittapatojen toimintaa.	

Kohta 3.2

Kohdassa 3.2 kysyttiin miten edellisessä kohdassa mainittuihin eläinten aiheuttamiin ongelmiin on reagoitu ja millaisia toimenpiteitä ongelmat ovat vaatineet. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi yhteensä 31 vastauksessa (70 % vastauksista). Näin ollen 30 % vastanneista on joutunut reagoimaan jollakin tavalla ongelmiin. Vastauksen perusteella ongelmiin on reagoitu pääsääntöisesti seuraavan taulukon 6.12 mukaisilla toimenpiteillä. Taulukossa 6.12 on kerrottu myös kuinka monessa vastauksessa kyseiset ongelmat ovat esiintyneet.

Taulukko 6.12 Reagointi eläinten aiheuttamiin ongelmiin, pelkistetyt ilmaukset.

Reagointi eläinten aiheuttamiin ongelmiin		
Reagointitapa (pelkistetty ilmaus)		Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa reagointitapa on mainittu.
A	Vuodot patorakenteissa on korjattu. Korjaustoimenpiteet on tehty mm. kaivamalla ja tiivistämällä patoa. Tarvittaessa padolle on lisätty suodatinkangasta ja sen päälle on ajettu esim. moreenia tai louhosta.	8
B	Tukkeutuneiden salaojien ja rutilöiden avaus.	2
C	Jatkuva tarkkailu.	2
D	Myyräläppien asennus salaojiin.	1
E	Ei ole reagoitu mitenkään.	1
	Yhteensä, kpl.	14 (joista 3 vastauksessa reagointitapa ja mainittiin enemmän kuin yksi: kohdat A & B, kohdat A & E ja yhdessä vastauksessa kohdat B & C)

Taulukon 6.12 pelkistettyjen ilmausten perusteella luokiteltiin reagointitavat taulukon 6.13 mukaisiin pääluokkiin.

Taulukko 6.13 Reagointi eläinten aiheuttamiin ongelmiin, pääluokat.

Pelkistetty ilmaus	Pääluokka
Vuodot patorakenteissa on korjattu. Korjaustoimenpiteet on tehty mm. kaivamalla ja tiivistämällä patoa. Tarvittaessa padolle on lisätty suodatinkangasta ja sen päälle on ajettu esim. moreenia tai louhosta.	Vaurioiden korjaustyöt.
Tukkeutuneiden salaojien ja ritilöiden avaus.	Tarkastus-, raivaus- ja puhdistustyöt.
Jatkuva tarkkailu.	
Myyräläppien asennus salaojiin.	Ennakoivat toimenpiteet.
Ei ole reagoitu mitenkään.	Ei toimenpiteitä.

Kohta 3.3

Kohdassa 3.3 kysyttiin mitkä eläimet ovat erityisesti tuottaneet ongelmia maapadoilla. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi yhteensä 32 vastauksessa (73 % vastauksista). Näin ollen 27 % vastanneista on kokenut erityisesti jonkin eläinlajin ongelmalliseksi. Vastausten perusteella selkeästi yleisimmät Suomen maapadoilla ongelmia tuottavat eläimet on esitetty seuraavassa taulukossa 6.14. Taulukossa 6.14 on kerrottu myös kuinka monessa vastauksessa kyseiset eläinlajit ovat esiintyneet. Taulukon 6.14 pelkistettyjä ilmauksia ei ole tarvetta enempää luokitella.

Taulukko 6.14 Eläinlajit, jotka ovat erityisesti tuottaneet ongelmia maapadoilla, pelkistetyt ilmaukset.

Eläinlajit, jotka ovat aiheuttaneet ongelmia maapadoilla		
Eläinlaji (pelkistetty ilmaus)		Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa eläinlaji on mainittu.
A	Myyrät	5
B	Majavat	3
C	Piisamit	3
D	Rotat	1

		12
	Yhteensä, kpl.	(joista 2 vastauksessa eläinlajeja mainittiin enemmän kuin yksi: toisessa kohdat A & C ja toisessa kohdat A & D)

Näiden kolmen lajin lisäksi häiriötä padolla työskenteleville työntekijöille ovat aiheuttaneet lokit, hirvet ja sammakot (salaojien tukkeutuminen). Näistä eläimistä ei kuitenkaan ole ollut haittaa padon turvallisuudelle.

6.1.3.4 Yläluokka 4: luvattomien toimenpiteiden aiheuttamat ongelmat

Luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia ongelmia käsiteltiin kyselyn neljännessä kysymyksessä. Kysymys oli jaettu kahteen eri kohtaan 4.1 ja 4.2.

Kohta 4.1

Kohdassa 4.1 tiedusteltiin millaisiin luvattomien toimenpiteiden aiheuttamiin ongelmiin maapadoilla on törmätty. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi tai siinä todettiin, että merkittäviin ongelmiin ei ole törmätty yhteensä 21 vastauksessa (48 % vastauksista). Näin ollen 52 % vastanneista on kokenut luvattomien toimenpiteiden aiheuttavan ongelmia maapadoillaan.

Vastausten perusteella ongelmat vaihtelevat hyvin paljon kohteesta riippuen. Selkeää yhtenevyyttä ongelmien suhteen on vaikea havaita. Osa ongelmista on luvaton toimintaa ja osa tietämättömyyttä tai ymmärtämättömyyttä tehtyjä toimenpiteitä. Lisäksi esimerkiksi luvallisesta raskaasta liikenteestä padolla voi olla vaaraa padon rakenteelle. Myös tällaiset luvalliset, mutta padon rakenteelle vaaraa aiheuttaneet toimenpiteet on otettu huomioon ongelmia määritettäessä. Taulukoon 6.15 on listattu näitä ongelmia. Taulukossa 6.15 on kerrottu myös kuinka monessa vastauksessa kyseiset ongelmat ovat esiintyneet.

Taulukko 6.15 Luvattomat toimenpiteet maapadoilla, pelkistetyt ilmaukset.

Luvattomat toimenpiteet		
Ongelma (pelkistetty ilmaus)		Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa ongelma on mainittu.
A	Luvaton oleskelu ja liikkuminen padolla jalan, hevosella, autolla tai muulla moottoriajoneuvolla.	14
B	Raskaan liikenteen aiheuttamat vauriot patorakenteelle.	8
C	Padon läpi tai osittain padon rakenteisiin kaivetut putket, kaapelit, salaojat ja kuopat.	7
D	Rakenteisiin kohdistuva ilkivalta, kuten sulkusettien aukominen ja hävittäminen, tulvaluukun avaaminen, suotovesien tarkkailukaivon rikkominen ja padon verhouksivien varastelu.	7
E	Luvattomien huviloiden, venepaikkojen ja tasanteiden rakentaminen padolle.	5
F	Roskaaminen.	2
G	Portaiden upotus patorakenteisiin.	1
H	Tietöiden aiheuttamat vauriot patorakenteelle.	1
	Yhteensä, kpl.	45 (joista 12 vastauksessa ongelmia mainittiin enemmän kuin yksi: kahdessa kohdat A & B, kahdessa kohdat A, C & D, yksittäin kohdat B & C, kohdat C & E, kohdat H & B, kohdat A, D & F, kohdat A, C & B, kohdat A, B & E, kohdat A, D, B & E ja kohdat A, C, B, E & F)

Taulukon 6.15 pelkistettyjen ilmausten perusteella luokiteltiin ongelmat taulukon 6.16 mukaisiin pääluokkiin.

Taulukko 6.16 Luvattomien toimenpiteiden aiheuttamat ongelmat maapadoilla, pääluokat.

Pelkistetty ilmaus	Pääluokka
Luvaton oleskelu ja liikkuminen padolla jalan, hevosella, autolla tai muulla moottoriajoneuvolla.	Luvaton liikkuminen ja oleskelu padolla.
Raskaan liikenteen aiheuttamat vauriot patorakenteelle.	Eroosio-ongelmien syntyminen.
Tietöiden aiheuttamat vauriot patorakenteelle.	
Padon läpi tai osittain padon rakenteisiin kaivetut putket, kaapelit, salaojat ja kuopat.	
Luvattomien huviloiden, venepaikkojen ja tasanteiden rakentaminen padolle.	
Portaiden upotus patorakenteisiin.	
Rakenteisiin kohdistuva ilkivalta, kuten sulkusettien aukominen ja hävittäminen, tulvaluukun avaaminen, suotovesien tarkkailukaivon rikkominen ja padon verhouksivien varastelu.	Ilkivalta.
Roskaaminen.	

Kohta 4.2

Kohdassa 4.2 tiedusteltiin miten edellä mainittuihin luvattomien toimenpiteiden aiheuttamiin ongelmiin on reagoitu ja mitä toimenpiteitä ongelmat ovat aiheuttaneet. Tämä kohta oli jätetty kokonaan tyhjäksi tai siinä todettiin, että ongelmiin ei ole reagoitu mitenkään yhteensä 23 vastauksessa (52 % vastauksista). Näin ollen 48 % vastanneista on joutunut jollakin tavalla reagoimaan ongelmiin. Vastausten perusteella ongelmiin on reagoitu pääsääntöisesti seuraavan taulukon 6.17 mukaisilla toimenpiteillä. Taulukossa 6.17 on kerrottu myös kuinka monessa vastauksessa kyseiset toimenpiteet ovat esiintyneet.

Taulukko 6.17 Reagointi luvattomien toimenpiteiden aiheuttamiin ongelmiin, pelkistetyt ilmaukset.

Reagointi luvattomien toimenpiteiden aiheuttamiin ongelmiin		
Reagointitapa (pelkistetty ilmaus)		Vastauslomakkeiden määrä (kpl), joissa reagointitapa on mainittu.
A	Liikennettä ja toimintaa padolla estetään ja ohjataan aidoilla, puomeilla ja suurilla kivillä.	7
B	Ohjeistus-, varoitus- ja kieltotauluja on uusittu, korjattu ja lisätty patoalueella.	7
C	Patorakenteissa esiintyviä painumia, kulumia, vaurioita ja ilkivaltatekoja on korjattu ja tasoitettu.	6
D	Patoaluetta tarkkaillaan ja vartioidaan.	3
E	Ilkivaltatapauksissa on otettu yhteyttä poliisiin.	2
F	Viljelijöitä on ohjeistettu penkereen kyntämisessä. Penkereen päällystää ei pitäisi aurata, koska siitä voi seurata penkereen mataloituminen.	1
G	Paikalliselle rakennustarkastajalle on ilmoitettu luvattomista rakennuksista.	1
H	Kalastajia varten padolle on rakennettu kulkuyhteyksiä, rappusia, venelaitureita ja veneenlaskupaikkoja.	1
I	Luvattomien kaivutapausten välttämiseksi kunnan/kaupungin tekniseen toimistoon on hankittu kartta kaava-alueella sijaitsevista maapadoista.	1
J	Veneenpitopaikkoja on purettu tai muutettu ja joillekin on annettu luvat jälkeenpäin.	1
K	Luvattomien kaivujen korjausta varten on pyydetty asiantuntija-arvioita korjaustoimenpiteitä koskien.	1
	Yhteensä, kpl.	31 (joista 7 vastauksessa reagointitapoja mainittiin enemmän kuin yksi: kohdat A & B, kohdat A & C, kohdat B & E, kohdat A, B & C, kohdat A, C & H, kohdat A, B, C, D & K ja kohdat A, C,

		E, F & G)
--	--	-----------

Taulukon 6.17 pelkistettyjen ilmausten perusteella luokiteltiin reagoitavat taulukon 6.18 mukaisiin pääluokkiin.

Taulukko 6.18 Reagointi luvottomien toimenpiteiden aiheuttamiin ongelmiin, pääluokat.

Pelkistetty ilmaus	Pääluokka
Ohjeistus-, varoitus- ja kieltotauluja on uusittu, korjattu ja lisätty patoalueella.	Vaurioiden korjaustyöt.
Patorakenteissa esiintyviä painumia, kulumia, vaurioita ja ilkivaltatekoja on korjattu ja tasoitettu.	
Luvottomien kaivujen korjausta varten on pyydetty asiantuntija-arvioita korjaustoimenpiteitä koskien.	
Veneenpitopaikkoja on purettu tai muutettu ja joillekin on annettu luvat jälkeensä.	
Patoaluetta tarkkaillaan ja vartioidaan.	Tarkastus-, raivaus- ja puhdistustyöt.
Ilkivaltatapauksissa on otettu yhteyttä poliisiin.	
Paikalliselle rakennustarkastajalle on ilmoitettu luvottomista rakennuksista.	
Liikennettä ja toimintaa padolla estetään ja ohjataan aidoilla, puomeilla ja suurilla kivillä.	Ennakoivat toimenpiteet.
Viljelijöitä on ohjeistettu penkereen kyntämisessä. Penkereen päällystää ei pitäisi aurata, koska siitä voi seurata penkereen mataloituminen.	
Kalastajia varten padolle on rakennettu kulkuyhteyksiä, rappusia, venelaitureita ja veneenlaskupaikkoja.	

Luvattomien kaivutapausten välttämiseksi kunnan/kaupungin tekniseen toimistoon on hankittu kartta kaava-alueella sijaitsevista maapadoista.	
---	--

6.1.3.5 Yläluokka 5: muut kommentit

Muita kommentteja aiheeseen liittyen tiedusteltiin kyselyn viimeisessä kysymyksessä. Muita kommentteja olivat antaneet yhteensä 39 % vastanneista. Muissa kommentteissa oli yksittäisinä tapauksina kerrottu erilaisia asioita liittyen kyselyn aihealueeseen. Tämän yläluokan vastauksia ei ole tarpeen jaotella pelkistettyjen ilmausten ja alaluokkien suhteen, sillä tässä yläluokassa esiintyneet vastaukset olivat lähinnä yleisiä kommentteja aiheeseen liittyen. Yleisesti aiheesta oli kommentoitu mm. seuraavasti:

"Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamat vaikutukset maapadoilla tulisi liittää padon muuhun halkeiluun, joka voi johtua roudasta, painumista ja kuivumiskutistumisesta. Usean seikan yhteisvaikutus on yleensä kaikkein vaarallisin patoturvallisuudelle."

6.2 HAVAINNOINNIN TULOKSET

6.2.1 Kantturakosken pato

Havainnointi Kantturakosken padolla suoritettiin padon määräaikaistarkastuksen yhteydessä 19.10.2009. Havainnointi perustui silmämääräiseen havainnointiin, määräaikaistarkastuksessa esille tulleeisiin asioihin sekä padon omistajan kanssa käytyihin keskusteluihin.

Kantturakosken padolla ei aiemmin ole pidetty määräaikaistarkastusta. Tarkastuksessa padon luokaksi todettiin luokka 3. Padolla tehdyistä korjaustoista todettiin, että padon luukkujen käytön logiikkaohjaus on siirretty padolta kaukokäyttökeskukseen ja tulvaluukkujen käyttövoiman muuttaminen hydrauliseksi on aloitettu vuonna 2008, työ suoritetaan loppuun vuoden 2009 aikana. Määräaikaistarkastuksen aikana työ oli vielä kesken. Vahingonvaaraselvityksen laadintaa ei koettu tarpeelliseksi.

Turvallisuustarkkailuohjelma ja patoturvallisuuskansion tiedot sovittiin kuitenkin päivitettäväksi. Padolla on käytössä kamera, jonka avulla patoa ja olosuhteita padolla voidaan tarkkailla. Määräaikaistarkastuksen lopuksi suoritettiin maastotarkastus padolla.

Maastotarkastuksella valokuvattiin voimalaitospatoon liittyvää maapato-osuutta ja siinä kasvavaa kasvillisuutta. Kuvassa 6.2 on kuvattu Kantturakosken maapadon määrällä luiskalla kasvavaa puustoa. Maastotarkastuksen yhteydessä sovittiin maapadon harjalla kasvavat puut kaadettavaksi. Lisäksi määräaikaistarkastuksessa mainittiin yhtenä kasvillisuuden aiheuttamana ongelmana syksyn lehtien kerääntyminen välppiin. Kuvassa 6.3 on kuvattu kyseistä ongelmaa.



Kuva 6.2 Kantturakosken maapadon määrällä luiskalla kasvavaa puustoa.



Kuva 6.3 Kantturakosken välppään kerääntyneet lehdet.

Kasvillisuuteen liittyen keskusteltiin vielä maastotarkastuksen aikana maapadon kasvillisuuden vaikutuksista ylivirtaustilanteessa. Padon omistaja kertoi vuonna 2006 tapahtuneesta vaaratilanteesta, jolloin vesi nousi padolla sähkövian vuoksi niin korkealle, että se virtasi yli maapadon. Omistajan mukaan maapadon kasvillisuus sitoi vaaratilanteessa hyvin kosteutta ja tästä syystä maapato ei kärsinyt ainakaan ylivirtauksesta johtuvasta ulkoisesta eroosiosta. Vaaratilanteesta on kerrottu tarkemmin kohdassa 7.4.1.2.

6.2.2 Porin tulvapenkereet

Havainnointi Porin tulvapenkereillä suoritettiin määräaikaistarkastuksen yhteydessä 13.11.2009. Määräaikaistarkastuksen yhteydessä tehtiin myös Porin pohjoispuolen ensiapukorjattujen tulvapenkereiden käyttöönottotarkastus. Havainnointi perustui silmämääräisiin havaintoihin, Porin tulvapenkereiden patoturvallisuuskansion tietoihin ja määräaikaistarkastuksessa esiin tulleisiin asioihin.

Määräaikaistarkastuksessa käytiin läpi yleisesti Porin tulvapenkereiden tilannetta ja Porin tulvasuojeluhanketta. Vuonna 2008 Porissa on aloitettu tulvapenkereiden tarkkailu kaupungin suojelemiseksi jokitulvalta. Määräaikaistarkastuksessa todettiin Po-

rin pohjoisosien tulvapenkereiden ensiapukorjaukset suoritetuiksi ja eteläpuolen ensiapukorjausten alkaneen.

Maastotarkastuksen yhteydessä valokuvattiin tulvapenkereitä. Porin tulvapenkereillä esiintyy paljon puustoa, eläinten kaivamia koloja ja luvallisia sekä joitakin luvattomia tai hyvin erikoisia rakennelmaratkaisuja patorakenteissa. Kuvissa 6.4–6.12 on esitetty näitä erikoisia ratkaisuja ja ongelmakohteiksi koettuja tulvapenkereitä. Kuviin lisäksi määräaikaistarkastuksen yhteydessä nousi esiin muitakin huomiota herättäneitä toimenpiteitä tulvapenkereillä, kuten:

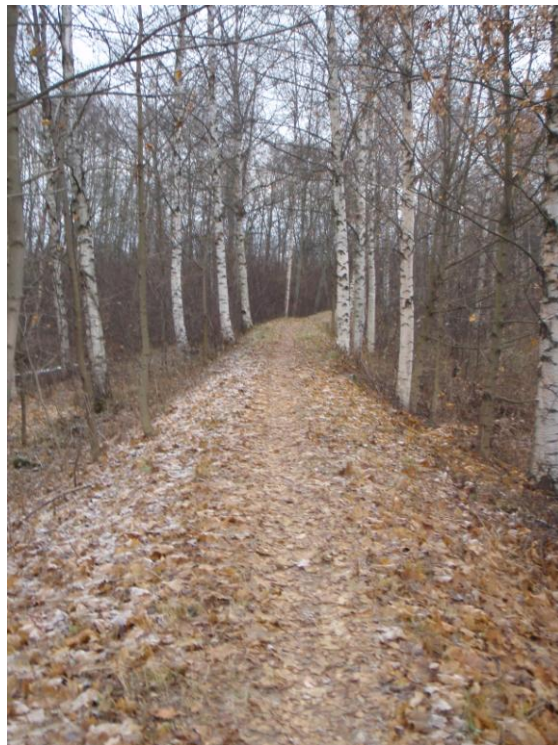
- Eräs Porin tulvapenger-osuus on joko kaivettu kokonaan pois tai tulvapenger on jätetty osittain täysin rakentamatta. Tällainen epäyhtenäinen tulvapenger ei toimi tarkoituksenmukaisesti mahdollisessa tulvatilanteessa, vaan vesi pääsee rakentamattomasta tai poiskaivetusta penkereen osasta virtaamaan lävitse.
- Kokemäenjoen pohjoisrannalla Kiramontien kohdalla on havaittu polku, joka on kaivettu luvattomasti kadulta penkereen harjalle ja penkereen ylitse joen puolelle.

Kuvan 6.4 koivut eivät ole haitaksi tulvapenkereiden rakenteen turvallisuudelle, koska ne ovat sen verran alhaalla, etteivät puiden juuret varsinaisesti ole pengerrakenteessa. Kuvaan 6.4 merkitty koivu on kuitenkin niin korkealla, että sen kaatuminen voisi aiheuttaa vaaraa tulvapenkereen pysyvyydelle. Tulvapenkereen kuivasta luiskasta puuttuu suodatin. Suodatin olisi syytä tehdä kuivalle luiskalle, jotta penkereen pysyvyys voitaisiin paremmin turvata. Suodattimen yhtenä tehtävänä on estää moreenin virtaus ulos penkereestä esimerkiksi puun juuren tekemää halkeamaa pitkin. Suodattimesta olisi tällöin hyötyä tulvatilanteissa myös mahdollisesti puuston aiheuttaman vaaran suhteen. Tulvavaaran lähestyessä ainakin kuvaan 6.4 merkitty koivu jouduttaisiin kaatamaan penkereeltä sen pysyvyyden varmistamiseksi. Lisäksi kuvassa 6.4 esiintyvistä puista voidaan vielä todeta, että puustolla on maisemallista merkitystä tulvapenkereen läheisyydessä asuville asukkaille. (Vuola 2009 ja 2010).



Kuva 6.4 Koivuja tulvapenkereen märällä luiskalla Isojoenrannassa.

Kuvan 6.5 koivut ovat liian lähellä pengertä ja tästä syystä ne tulisi poistaa. Puista voi olla tulvatilanteessa vaaraa penkereen pysyvyydelle. Järviojan tulvapenger on kuitenkin vain osastoiva tulvapenger, joten se ei kuulu Porin tulvapenkereiden ensiapukorjausten piiriin. (Vuola 2010).



Kuva 6.5 Puustoa Järviojan osastoivalla tulvapenkereellä.

Kuvassa 6.6 näkyy erikoinen tilanne, jossa talon pilarien alla olevasta pystysuuntaisesta betonimuurista on tehty maapato joen puolelle päin. Betonimuuri on ollut aikaisemmin tulvapenger. Muuri on upotettu ainakin 2 metrin syvyyteen. Maapato betonimuurista tehtiin Porin tulvapenkereiden ensiapukorjauksissa. Kuvassa 6.6 näkyvää koivusta ei ole haittaa penkereen turvallisuudelle, sillä betonimuuri mitä ilmeisimmin yksinään riittäisi suojaamaan alueen tulvatilanteessa ainakin siihen saakka, että korjaustyöt ehdittäisiin aloittamaan. (Vuola 2010).



*Kuva 6.6 Koivuja tulvapenkereen harjalla Isojoenrannassa, Lukkarinsillan vierustal-
la. Maapato on rakennettu talon pilarien alla olevasta pystysuuntaisesta betonimuu-
rista joen puolelle päin.*

Kuvassa 6.7 näkyy portaita ja vene talvisäilytyksessä penkereen harjalla. Pengertä ei tulisi käyttää säilytysvarastona. Portaista ja veneestä ei kuitenkaan ole haittaa penkereen turvallisuudelle ja tarvittaessa ne ovat siirrettävissä pois penkereen harjalta. (Vuola 2010). Portaiden ja erilaisten penkereen ylityspaikkojen rakentaminen penkereelle tulisi aina tehdä harkinnanvaraisesti. Erityisesti tulee kiinnittää huomiota siihen, että tällaisia rakennelmia ei tule upottaa patorakenteeseen.



Kuva 6.7 Tulvapenkereen päälle rakennettu porrastasanne ja laituri sekä vene talvisäilytyksessä penkereen päällä.

Kuvan 6.8 terassi ei suoranaisesti vaaranna penkereen pysyvyyttä. Maata voi kuitenkin lähteä mukaan esimerkiksi jääpadon repiessä terassin mukaansa. Penkereen kuivalla puolella on suodatin, joten sen lyhytaikainen muuttumien kapeammaksi tuskin kuitenkaan vaarantaa penkereen pysyvyyttä. Kuvassa näkyvät puut sen sijaan tulisi kaataa tulvavaaran lähestyessä. Jos puut kaatuvat itsestään, maata irtoaa mukana ja penkereen pysyvyys olisi tällöin hyvin kyseenalainen. Kaadettujen puiden juuret tuskin kuitenkaan vaarantaisivat penkereen pysyvyyttä, padon kuivassa luiskassa olevan suodattimen johdosta. (Vuola 2010).



Kuva 6.8 Terassirakennelma tulvapenkereen luiskassa.

Kuvan 6.9 taustalla näkyy korjaamatonta tulvapengertä, jonka luiskilla ja harjalla kasvaa paljon puustoa ja matalampaa kasvustoa. Runsas kasvillisuus haittaa näkyvyyttä ja kulkemista padon harjalla. Lisäksi kasvillisuudesta on haittaa mahdollisissa hätätilanteissa, jolloin se vaikeuttaa liikkumista ja korjaustoimenpiteitä penkereellä. Kuvan edustalla näkyy ensiapukorjattua maapatoa.



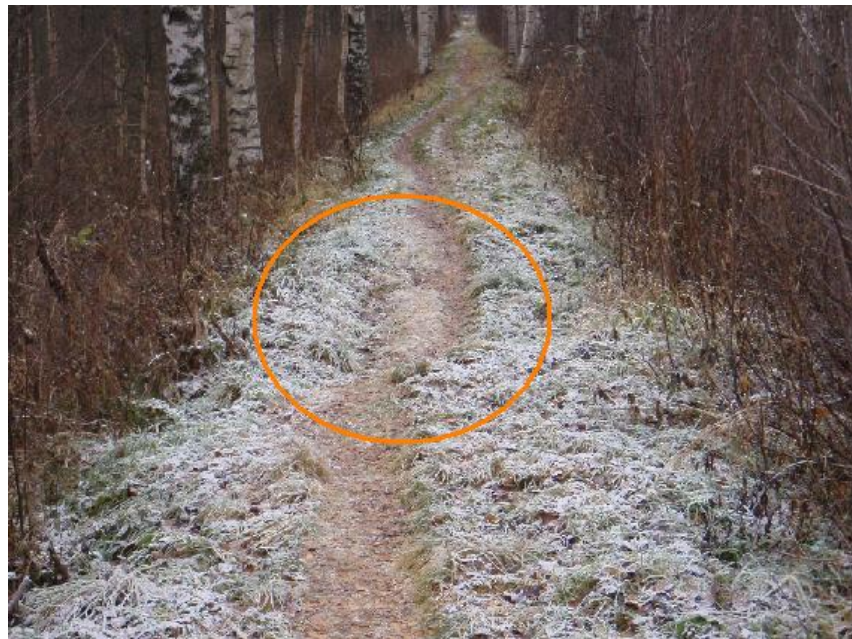
Kuva 6.9 Korjattua ja korjaamatonta tulvapengertä Lukkarinrannassa.

Kuvassa 6.10 näkyy putkisto, joka on rakennettu tulvapenkereen lävitse. Tällaisia läpivientejä ei pitäisi penkereen rakenteisiin tehdä. Putkiston ja patorakenteen rajapinnassa voi pahimmassa tapauksessa alkaa muodostua erodoituvia pintoja, jotka voivat johtaa sisäiseen eroosioon. (Vuola 2010.) Vuolan (2009) mukaan kuvassa 6.10 on kyse tilapäisratkaisusta vedenottamon lähellä, jossa tulvatilanteen uhatessa putki jouduttaisiin sulkemaan isolla maakasalla penkereen kuivalta puolelta. Tällaisissa läpivienneissä pitäisi olla kunnollinen sulkulaite, joka suljetaan tulvavaaran alkaessa tai vastaavasti vesi pitäisi pumpata jokeen ja pumppaamosta pitäisi löytyä kunnolliset sulkulaitteet tai takaiskuventtiilit (Vuola 2010). Vuola (2010) totesi lisäksi tähän liittyen, että yhtään yksityisen tai vastaavan läpivienttiä ei saisi penkereen rakenteissa olla, vaan kaiken veden pitäisi mennä jokeen kaupungin järjestelmästä tai esimerkiksi ison teollisuuslaitoksen hallitusta järjestelmästä.



Kuva 6.10 Tulvapenkereen läpi kulkeva putki.

Kuvassa 6.11 on esitetty Järviojan osastoivan tulvapenkereen harjalla esiintyvä painuma. Painaumat voivat vaarantaa penkereen rakenteen turvallisuutta ja tästä syystä se tulisi korjata. Kyseessä on Vuolan (2010) mukaan kuitenkin osastoiva tulvapenger, joten se ei kuulu Porin tulvapenkereille tehtävien ensiapukorjausten piiriin.



Kuva 6.11 Painauma Järviojan osastoivan tulvapenkereen harjalla.

Kuvassa 6.12 on myyränkolo, joka on havaittu Länsitien reunapadon harjalla vuonna 2008. Myyränkolot voivat pahimmassa tapauksessa aiheuttaa sisäistä eroosiota ja vaarantaa penkereen turvallisuutta. Vuolan (2010) mukaan tulvapenkereen luiskat ja harja tulisi verhoilla murskeella, jotta myyrä ei tekisi kolojaan penkereen rakenteisiin. Kyselytutkimuksessa selvisi, että Porin tulvapenkereillä eläinten aiheuttamiin ongelmiin ei ole reagoitu kunnossapitomielessä lainkaan, vaikka koloja patorakenteissa on huomattu. Kyselytutkimuksen mukaan esimerkiksi Harjunpäänjoen länsirannan pengerrin on niin huonossa kunnossa, että se sortuisi melko varmasti, jos vesi nousisi pengertä vasten. Sortuman yhtenä syynä voisi tällöin olla eläinten kaivamat kolot.



Kuva 6.12 Myyränkolo penkereen harjalla. (Taina Rusola)

Lisäksi Vuola (2010) toteaa yleisesti Porin tulvapenkereillä kasvavasta puustosta, että tilannetta on parannettu merkittävästi vuosien 2008 ja 2009 ensiapukorjausten yhteydessä tehtyjen puukaatojen avulla. Vuola (2010) toteaa myös, että mikäli puut kaadetaan tulvavaaran uhatessa ja jos kuivassa luiskassa on suodatin, on tilanne tulvapenkereillä suhteellisen turvallinen.

6.2.3 Parostenjärven pato

Maastokäynti Parostenjärven padolle tehtiin 4.12.2009. Padolla käytiin ilman padon omistajaa ja padon turvallisuustarkkailusta vastaavia henkilöitä. Havainnointi perustui näin ollen vain silmämääräisiin havaintoihin. Parostenjärven padolla kasvaa hyvin paljon puustoa. Puustoa on niin paljon, että se häiritsee padon tarkastusta ja havainnointia. Tästä syystä kasvillisuuden harventamista Parostenjärven padolla tulisi harkita seuraavan määräaikaistarkastuksen yhteydessä. Kuvissa 6.13 ja 6.14 on Parostenjärven padolla kasvavaa puustoa harjalta ja padon märältä luiskalta kuvattuna.



Kuva 6.13 Parostenjärven padon harjalla kasvavaa puustoa.



Kuva 6.14 Parostenjärven padon märällä puolella kasvavaa puustoa.

6.2.4 Hartolankosken voimalaitospato ja Roismalan tulvapenger

Hartolankosken voimalaitospadolla ja Roismalan tulvapenkereellä maastotarkastus suoritettiin yhdessä Hartolankosken voimalaitoksen laitospäällikön kanssa 4.12.2009. Tarkastelu perustui näissä kohteissa silmämääräiseen havainnointiin ja laitospäällikön kanssa käytyihin keskusteluihin sekä materiaaliin Hartolankosken määräaikaistarkastuksesta 2005 ja Liekoveden patojen vuositarkastuksista 2007 ja 2009.

Määräaikaistarkastuksen pöytäkirjassa 9.6.2005 todetaan, että oikean ja vasemman puoleiset maapadot ovat hyvässä kunnossa ja vasemman puoleisen maapadon märällä luiskalla kasvavasta puustosta ei ole haittaa patoturvallisuudelle (Lamberg 2005).

Kuvassa 6.15 on kuvattu Hartolankosken voimalaitospadon maapadolla kasvavaa puustoa. Määräaikaistarkastuksen yhteydessä 2005 on todettu, että puustosta ei ole haittaa maapadon turvallisuudelle (Lamberg 2005). Laitospäällikön mukaan puustoa tullaan kuitenkin harventamaan maapadon luiskilta 2010 keväällä varmuuden vuoksi.

Kuvat 6.16–6.18 ovat Roismalan tulvapenkereeltä. Kuvissa on esitetty tulvapenkerellä kasvavaa puustoa, luvaton putki ja pumppaamon poistoputket patorakenteessa. Roismalan tulvapenger on tarkastettu ja luvaton putki patorakenteessa on havaittu jo 2007 Liekoveden penkereiden vuositarkastuksen yhteydessä. Luvattomasta putkesta ja sen purkamisesta on huomautettu toimenpiteen tekijälle. Vuonna 2009 suoritettussa Liekoveden penkereiden tarkastuksessa on havaittu isoja puita ja uuden pumppaamon poistoputket Roismalan tulvapenkereellä. Roismalan tulvapenkereellä kaadetaan 2010 keväällä isoja puita. Kaadon yhteydessä tullaan laitospäällikön mukaan tutkimaan miten syvälle ja laajalle alueelle puiden juuret ovat tunkeutuneet tulvapenkerellä.

Samoissa vuositarkastuksissa 2007 ja 2009 on käyty läpi myös muita Liekoveden tulvapenkeriä. Esimerkiksi Torran tulvapenkeren harjalla on havaittu syvät traktorin jäljet ja luvaton polttopuuvarasto 2007. Myös muilla Liekoveden tulvapenkeriä on havaittu tiivistä kasvillisuutta ja suuria puita, joita tulisi harventaa, sekä penkereiden harjoilla traktorin tai muun ajoneuvon aiheuttamia syviä painaumuksia vuosien 2007 ja 2009 tarkastuksissa. Kuvia Torran tulvapenkeren tarkastuksesta vuodelta 2007 on

esitetty kuvissa 6.19 ja 6.20. Vuoden 2009 tarkastusmuistion mukaan Liekoveden tulvapenkereellä tarvitaan esteitä penkereiden harjoilla ajamisen vähentämiseksi.



Kuva 6.15 Hartolankosken voimalaitospadon vasemmanpuoleisessa maapadossa kasvavaa puustoa.



Kuva 6.16 Roismalan tulvapenkereellä kasvavia suurehkoja puita. (Kari Virtanen)



Kuva 6.17 Roismalan tulvapenkereen lävitse luvattomasti kaivettu putki.



Kuva 6.18 Pumppaamon poistoputket Roismalan tulvapenkereellä. (Kari Virtanen)



Kuva 6.19 Torran tulvapenkereen harjalla syvät traktorin jäljet 2007. (Kari Virtanen)



Kuva 6.20 Torran tulvapenkereen harjalla oleva puuvarasto 2007. (Kari Virtanen)

6.2.5 Myllykylänkosken pato

Maastokäynti Myllykylänkosken padolle tehtiin 10.12.2009. Havainnointi tehtiin ilman padon omistajaa. Havainnot perustuivat silmämääräisiin havaintoihin ja määrääkaistarkastuksen pöytäkirjoista ilmenneisiin tietoihin.

Myllykylänkosken padolla 16.9.2009 pidetyssä määrääkaistarkastuksessa on todettu puustoa kasvavan padon alapuolella olevassa keilaverhouksessa ja betonirakenteissa on havaittu sammalta. Määrääkaistarkastuksen neuvottelumuistiossa todetaan, että padon alapuolella keilaverhouksessa kasvavan puun poistamista olisi hyvä harkita, jotta juuret eivät aiheuttaisi vahinkoa luiskan keilaverhoilulle. (Isomäki 2009.) Selvyyden vuoksi kuvassa 6.21 on esitetty tarkemmin keilaverhoilun rakennetta ja esimerkki verhoilun sortumatilanteesta. Kuva 6.21 ei ole Myllykylänkosken padolta, vaan se on Rämetsä & Huura (2004) esittämä esimerkki erään sillan keilaverhouksen sortumasta. Rämetsä & Huura (2004) mainitsevat myös puuston haitallisesta vaikutuksesta keilaverhoilulle. Heidän mukaan keilaverhouksessa esiintyvä puusto on poistettava.



Kuva 6.21 Esimerkki sortuneesta keilaverhouksesta. (Rämetsä & Huura 2004)

Maastokäynnin yhteydessä todettiin puustoa edelleen kasvavan padon alapuolella olevassa keilaverhouksessa. Puusto ei niinkään ole vaaraksi padon turvallisuudelle, mutta se on vaaraksi keilaverhouksen rakenteelle, joka voi sortuessaan viedä mukanaan ympärillään olevaa maata. Kuvassa 6.22 on kuvattu Myllykylänkosken padon alapuolella olevassa kivetyksessä kasvavaa puustoa.



Kuva 6.22 Myllykylänkosken padon alapuolella olevassa kivetyksessä kasvavaa puustoa.

Lisäksi tämän havaintokäynnin yhteydessä todettiin, että on olemassa myös varsinaisia patoja, joiden rakenteet on osittain toteutettu tällaisella keilaverhouksella. Esimerkiksi Pyhtäällä sijaitsevalla Hirvivuolteen säännöstelypadolla pidetyn määräaikaistarkastuksen 2009 yhteydessä on todettu, että keilaverhouksessa olemassa oleva vähäinenkin kasvillisuus tulee poistaa padon pysyvyyden turvaamiseksi.

6.2.6 Kellokosken pato

Kellokosken patoon tutustuttiin 10.12.2009. Havainnointi tehtiin ilman padon omistajaa. Havainnot perustuivat silmämääräisiin havaintoihin ja määräaikaistarkastuksen pöytäkirjoista ilmenneisiin tietoihin.

Kellokosken padolla on tulvinut heinäkuussa 2004 ja 1996. Padon alapuolella vesi nousi 2004 rankkasateista aiheutuneen tulvan vaikutuksesta siten, että yhden kiinteistön rakennuksilla nousi vesi 20–30 cm. Saman kiinteistön rakennukset kastuivat

myös vuoden 1996 tulvien yhteydessä. Kiinteistöt suojattiin tulevilta tulvavahingoilta penkereellä vuonna 2005 ja 1.6.2006 padolle valmistui vahingonvaaraselvitys, jonka perusteella padon luokaksi varmistui luokka 2. (PATO-tietojärjestelmä 2009.) Kellokosken patoaltaalle on kunnostusta varten tehty myös yleissuunnitelma Uudenmaan ympäristökeskuksen toimesta vuonna 2007. Yleissuunnitelman tavoitteena on patoaltaan riittävä vedenpinnankorkeuden turvaaminen.

Maastokäynnillä todettiin puustoa kasvavan maapato-osuudella. Maapato on suhteellisen pieni ja siinä kasvava puusto on maapatoon nähden suurehkoa, jonka poistoa tulisi harkita seuraavassa määräaikaistarkastuksessa. Kuvassa 6.23 on esitetty Kellokosken maapato ja siinä kasvavaa puustoa.



Kuva 6.23 Kellokosken voimalaitospadon maapato-osuudella kasvavaa suurehkoa puustoa.

6.2.7 Peltokosken voimalaitospato

Peltokosken voimalaitospadolla käytiin 10.12.2009. Maastokäynti tehtiin ilman padon omistajaa. Havainnot perustuivat silmämääräisiin havaintoihin ja määräaikaistarkastuksen pöytäkirjoista ilmenneisiin tietoihin.

Vasemman puolen maapadolta on vuonna 2006 poistettu puustoa. Vasemman puolen maapadosta todetaan määräaikaistarkastuksen pöytäkirjassa 2006, että maapadon loppuosalla kasvaa puustoa padon harjalla ja märällä puolella. Lisäksi todetaan, että padon korkeus on alle kolme metriä ja se kuuluu kulttuurimaisemaan. Pöytäkirjan mukaan puuston poistoa vasemman puolen maapadon loppuosalla ei suositella ja maapadon loppuosan murtuminen ei aiheuta vaaraa ihmishengelle. (Laasonen 2006).

Maastokäynnillä todettiin tiheää puustoa kasvavan vasemman puoleisen maapadon loppuosassa. Kuvassa 6.24 on esitetty Peltokosken voimalaitoksen vasemman puoleisen maapadon loppuosassa kasvavaa puustoa. Lisäksi maastokäynnin yhteydessä todettiin vasemman puoleisen maapadon alkuosassa käynnissä olevat injektointityöt maapadon vahvistamiseksi. Injektoinnin tarkoitus on tiivistää maapatoa ja pienentää sen vedenläpäisevyyttä.



Kuva 6.24 Peltokosken voimalaitospadon vasemman puoleisen maapadon loppuosassa kasvavaa tiheää puustoa märällä luiskalla. (Mikko Sulkakoski)

6.3 TULOSTEN YHTEENVETO

Yhteenvetona kyselytutkimuksessa ja havainnoinnissa esille tulleista asioista voidaan todeta, että kasvillisuus, eläimet ja luvattomat toimenpiteet aiheuttavat ongelmia Suomen maapadoilla. Havainnointikohteissa esiintyneet ongelmat ja reagoititavat ovat samoja, joita kyselytutkimuksessa esiintyi. Kohteista otetut valokuvat täydentävät hyvin kyselytutkimuksessa esille tulleita ongelmia. Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamat ongelmat muodostuvat edellä esitettyjen pääluokkien mukaan

- tarkkailun ja havainnoinnin vaikeutumisesta
- raivaus-, puhdistus- ja korjaustyön lisääntymisestä
- padolla kulkemisen vaikeutumisesta
- eroosio-ongelmien ja tukosten syntyisestä
- luvattomasta liikkumisesta ja oleskelusta padolla
- ilkeillä.

Reagoititavat kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamiin ongelmiin puolestaan muodostuvat edellä esitettyjen pääluokkien mukaan

- tarkastus-, raivaus- ja puhdistustöistä
- vaurioiden korjaustöistä
- ennakoivista toimenpiteistä
- ei minkäänlaisista toimenpiteistä.

Havainnointikohteista voidaan erikseen todeta, että maastokäyntien perusteella kasvillisuutta ja suurehkoa puustoa esiintyi kaikissa kohteissa. Ongelmallista kasvillisuutta esiintyi padon luiskilla, harjalla ja padon ympäristössä. Erityisen ongelmalliseksi kasvillisuudeksi padon tarkkailun ja padolla liikkumisen kannalta voidaan todeta tiheä pusikko ja puusto (ks. kuva 6.14). Eläinten aiheuttamia ongelmia esiintyi Porin tulvapenkereillä ja luvattomia tai tietämättömyyttä toteutettuja toimenpiteitä esiintyi Porin ja Roismalan tulvapenkereillä.

Lisäksi kyselytutkimuksen ja havainnoinnin tulosten perusteella voidaan yleisesti todeta, että maapatojen maantieteellisellä sijainnilla ei ole merkitystä ongelmien esiintymiseen. Ongelmia esimerkiksi esiintyy yhtä hyvin Pohjois-Suomen kuin Etelä-Suomenkin maapadoilla. Yleisesti voidaan myös todeta tulosten perusteella kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttavan erityisesti ongelmia padoilla ja tulvapenkereillä, jotka eivät sijaitse vartioidulla alueella tai, joissa tarkkailua suoritetaan harvoin.

Lisäksi tulosten perusteella maapadon rakenteella voidaan sanoa olevan vaikutusta ongelmien esiintymiseen ja niiden vaarallisuuteen (ks. kohdat 7.4.3 ja 7.6.1). Kasvillisuuden aiheuttamia ongelmia esiintyy tulosten mukaan kaikenlaisilla maapadoilla. Patojen turvallisuuden kannalta kasvillisuus kuitenkin aiheuttaa tai voisi esimerkiksi tulvatilanteen/rankkasateen yhteisvaikutuksesta aiheuttaa eniten varaa puhtaasti homogeenisillä maapadoilla ja tulvapenkereillä. Eläinten aiheuttamia ongelmia esiintyy tulosten mukaan myös kaikenlaisilla maapadoilla. Eniten ongelmatilanteita eläimet kuitenkin aiheuttavat tai voisivat aiheuttaa esimerkiksi tulvatilanteen/rankkasateen yhteydessä maapadoilla joiden rakennusmateriaaleina on käytetty eloperäisiä tai muita eläinten asuinympäristöksi sopivia materiaaleja. Luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia ongelmia esiintyy tulosten mukaan eniten tulvapenkereillä verrattuna esimerkiksi voimalaitospatoihin ja etenkin jatkuvan tarkkailun alla oleviin tai vartioidulla alueella sijaitseviin patoihin.

6.4 TUTKIMUSTULOSTEN LUOTETTAVUUDESTA

Tutkimusaineiston edustavuuteen on pyritty vaikuttamaan siten, että kyselytutkimus lähetettiin tarkoin valituille, patoturvallisuustoiminnassa pitkään mukana olleille, ammattilaisille ja lisäksi padon omistajille. Luotettavuutta on lisätty myös sillä, että tiedonkeruumenetelmänä on kyselytutkimuksen lisäksi käytetty havainnointia valituilla maapatokohteilla. Havainnointikohteiden valinta suoritettiin harkinnanvaraisesti.

Sisällön analyysissä on pyritty pelkistämään vastauksissa esiintyneet ilmaisut ja muodostamaan pääluokat niin, että ne kuvaavat mahdollisimman luotettavasti tutkit-

tavaa ilmiötä. Pelkistyksiä ja luokituksia ei ole ennalta määrätty, vaan ne on pyritty löytämään kerätystä aineistosta.

Kyselyssä on mainittu, että tarvittaessa vastaukset voidaan käsitellä anonyymeinä. Vastauksissa ei kuitenkaan esitetty toivetta anonyymiyden käytölle. Tästä huolimatta tutkimuksen laadukkuuden takaamiseksi sellaisten tekstikohtien ilmoittamiseen, joista ilmenee vastaaja tai vastaajan edustama patokohde, on vielä pyydetty asianomaisen lupa. Esimerkiksi kaikkien havaintokäyntikohteiden esittämiseen (kohta 6.2) on pyydetty padon omistajan lupa. Myös kohdassa 7.6.2 esitettyjä maapatojen vaurioita koskevia esimerkkejä varten on pyydetty asianomaisten lupa.

Kyselytutkimuksen tulosten mukaan kasvillisuudesta padoilla aiheutuu tarkkailu- ja havainnointityön vaikeutumista, raivaus- puhdistus- ja korjaustyön lisääntymistä, padolla kulkemisen vaikeutumista sekä eroosio-ongelmien ja tukosten syntymistä. Eläinten aiheuttamia ongelmia tulosten mukaan ovat eroosio-ongelmien ja tukosten syntyminen ja luvattomista toimenpiteistä aiheutuneita ongelmia ovat luvaton liikuminen ja oleskelu padolla, ilkivalta sekä eroosio-ongelmien syntyminen.

Havainnointikohteissa otetut valokuvat vahvistavat kyselytutkimuksessa esille tulleita ongelmia. Lisäksi kirjallisuusosuudessa esille tulleet asiat vahvistavat kyselytutkimuksen ja havaintokäyntien ongelmat todellisiksi. Luotettavuuden parantamiseksi on pyritty lisäksi kuvaamaan tarkasti tutkimuksen toteutus, aineistonkeruumenetelmät ja tulosten analysointiin liittyvät luokittelu- ja kategorisointiperusteet.

7 MAAPATOJEN VAURIOITUMINEN

7.1 YLEISTÄ

Maapatojen vaurioitumiseen voi olla useita eri syitä. Yleisimmin vauriot eri padoilla johtuvat kuitenkin suotautumisesta, sisäisestä eroosiosta, liukupintasortumista, muodonmuutoksista ja painumista, hydraulisesta murtumasta, huokosvedenpaineesta tai kuivatusjärjestelmien ja suodattimien toiminnan häiriintymisestä (Loukola 1989). Vauriotyyppit voidaan jaotella myös kolmijakoisesti ulkoiseen eroosioon, sisäiseen eroosioon ja rakenteellisiin sortumiin. Vauriot voivat lähteä liikkeelle esimerkiksi veden syöksyessä yli padon harjan, veden virtausnopeuden kasvaessa suotokanavissa, halkeamien ja painumien, jään aiheuttaman paineen tai maanjäristyksen seurauksena. Eroosiota voi lisäksi alkaa tapahtua padon läpi rakennettujen putkistojen ympärillä, ihmisten rakennelmien tai eläinten ja kasvillisuuden aiheuttamien vaurioiden takia. Padon iällä on myös oma vaikutuksensa sortumiin.

Usein vaurioituminen on seurausta useamman tekijän yhteisvaikutuksesta ja näin ollen padon sortumaa on vaikea jaotella pelkästään esimerkiksi ulkoiseen tai sisäiseen eroosioon. Sortumaan voivat yhtä hyvin johtaa samanaikaisesti esimerkiksi ylivirtaus ja sen aiheuttama ulkoinen eroosio, ulkoisesta eroosiosta johtuva sisäinen eroosio ja padon rakenteellisen kestävyys heikkeneminen. Yleistä tietoa ja hyviä kuvaesimerkkejä maapatojen vaurioista esittävät esimerkiksi British Columbia (1998) ja PATU (2006). Lisäksi aiheeseen liittyvää tietoa esittävät esimerkiksi Erkki Loukola (1989) ja Loukola et al. (1993). Liitteessä 7 on esitetty muutama British Columbian (1998) esittämä kasvillisuuden, eläinten ja muiden haitallisten tekijöiden aiheuttama ongelma maapadon turvallisuudelle.

Padon sortumalla tarkoitetaan varsinaista pato-onnettomuutta, jossa vesi purkautuu altaasta aiheuttaen padon alapuolella vahinkoa ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle. Padon vaurioita sen sijaan on monenlaisia, lieviä ja vakavampia. Vauriotapauksissa padon rakenteessa tapahtuu muutoksia, mutta vesi ei välttämättä pääse karkaamaan altaasta. Tällöin voidaan puhua "läheltä piti" – tilanteesta, jolloin pato voidaan mahdollisesti vielä korjata ja välttyä padon sortumalta.

Maa murtuu, jos leikkausjännitys maassa ylittää maan leikkauslujuuden. Padon pysyvyyttä määriteltäessä patomateriaalien ja padon maapohjan luokitusominaisuuksista voidaan tapauskohtaisesti määritellä esimerkiksi lajitepitoisuus humuspitoisuus, ja vesipitoisuus sekä geoteknisistä ominaisuuksista esimerkiksi hydrauliset ominaisuudet, routivuus-, lujuus-, ja painumisominaisuudet. (Rantamäki et al. 2006.) Maapadon vedenläpäisevyysominaisuudet tulee myös ottaa huomioon, sillä maapadon lävitse suotautuu aina vettä (ks. kohta 2.2.1). Suotautumista on hallittava hyvin, jotta eroosiolta ja sen aiheuttamilta onnettomuustilanteita vältetään. Maapadon riittävän stabiiliteetin saavuttaminen ja ylläpitäminen vaatii kunnolliset suunnitelmat, stabiiliteettilaskelmat ja oikeaoppiset padon rakennusmenetelmät sekä kuivatusjärjestelmät ja jatkuvaa seurantaakin niin padon käytön kuin rakennusvaiheenkin aikana.

7.2 KUORMITUSTEKIJÄT

Padon vaurioituminen voi tapahtua käyttöönottovaiheessa tai pitkänkin ajan kuluttua käyttöönottovaiheen jälkeen. Suunnitelmavaiheessa on tärkeää huomioida patoon kohdistuvat kuormitustekijät, jotka vaikuttavat padon kestävyys- ja vakavuuteen. Kuormittavia tekijöitä ovat Holmin & Leskelän (1979) mukaan:

- padon oma paino
- padotettavan aineen aiheuttama paine
- padon ja sen perustan huokosissa ja raoissa vaikuttavat hydrostaattiset voimat eli noste
- padotettavan aineen virtauspaine
- jään aiheuttama paine
- aaltoilu
- mahdolliset liikenteen, tuulen, lumen, maanpaineen ja lämpötilan muutosten aiheuttamat kuormitukset
- seismiset kuormitukset.

Novak et al. (2001a) puolestaan jakavat kuormitustekijät kolmeen ryhmään, jotka ovat primääriset, sekundaariset ja poikkeukselliset kuormat. Edellä luetellun Holmin & Leskelän listan kuormitustekijöistä kolme ensimmäistä kuuluvat Novakin et al.

(2001a) mukaan primäärisiin kuormiin, viisi seuraavaa sekundaarisiin kuormiin ja viimeinen kohta kuuluu poikkeuksellisiin kuormiin. Suomen olosuhteissa seisminen aktiivisuus on niin vähäistä, että sillä ei ole merkitystä padon mitoituksen kannalta (Holm & Leskelä 1979).

7.3 VAKAVUUS- JA PAINUMALASKELMAT

Maapatojen vakavuus lasketaan useimmiten erilaisten liukupintamenetelmien avulla, joiden käyttö edellyttää patomateriaalien ja tarpeen mukaan myös pohjamaan leikkauslujuusparametrien (koheesio ja kitkakulma) määrittämistä siinä tiiveydessä, mihin valmiissa rakenteessa pyritään (Holm & Leskelä 1979). Kohdassa 7.4.3 ja kuvassa 7.7 esitetään tarkemmin liukusortuman periaatteet.

Padon kokonaisvarmuuskertoimen selvittämiseksi on olemassa seuraava yleisesti tunnettu kaava (kaava 7.1), joka on esitetty esimerkiksi Bachen & MacAskilin (1984) teoksessa:

$$F_{\text{Maaperän stabiliteetti}} = F_{\text{Sortumista vastustavat voimat}} / F_{\text{Kaatavat voimat}} \quad (7.1)$$

Jos tuloksena saadaan $F_{\text{Maaperän stabiliteetti}} \leq 1$, maapatoa uhkaa sortuminen. Tätä kerrointa voidaan sanoa myös varmuuskertoimeksi sortumista vastaan. Kokonaisvarmuuskertoimelle on annettu suositusarvot myös maa- ja metsätalousministeriön työryhmän (2009) patoturvallisuusopasluonnoksessa. Sen mukaan kokonaisvarmuuden maapadolla olisi suositeltavaa olla pysyvässä suotovirtaustilassa vähintään 1,5 ja rakennustyön loppuvaiheessa sekä äkillisessä vedenpinnan laskussa vähintään 1,3.

Vakavuuslaskelmien ohella tarvitaan usein painuma- ja siirtymälaskelmia, joiden avulla pyritään selvittämään painumien vaihtelut eri kohdissa patoa. Painumia voi lisäksi muodostua padon maapohjassa. Epätasaista painumista padon maapohjassa voi tapahtua esimerkiksi putkitöistä tai suuren puun haihdutusvaikutuksesta johtuvasta epätasaisen pohjaveden alenemisesta. (Rantamäki et al. 2006.)

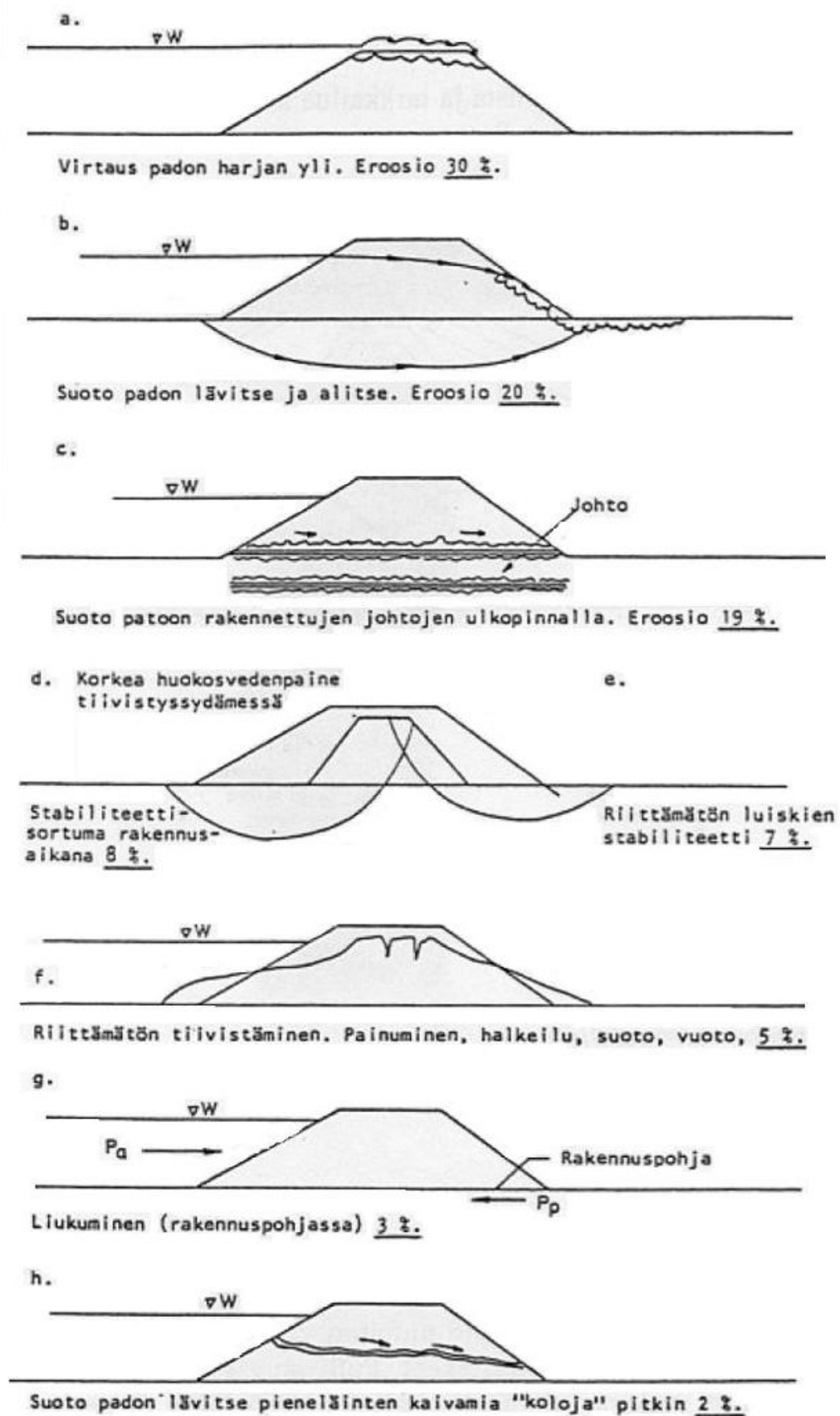
Vakavuus- ja painumalaskelmissa on muistettava huomioida sekä patorakenteen materiaalien että padon pohjamaan materiaalien ominaisuudet (Holm & Leskelä 1979).

Kirjallisuudessa esiintyy useita eri tapoja vakavuus- ja painumalaskelmien soveltamisesta. Esimerkiksi Rantamäki et al. (2006) ovat esittäneet hyviä esimerkkilaskelmia maalajien ominaisuuksien määrittämisestä ja maapohjan vakavuus- ja painumalaskelmista. Lisäksi Novak et al. (2001a) ja Sowers (1962) esittävät hyviä perustietoja maapatojen vakavuus- ja painumalaskelmista sekä maapatojen suunnittelusta.

7.4 MAAPADON SORTUMASYISTÄ

Kuvassa 7.1 on eräitä amerikkalaisia maapatorakenteiden sortumasyitä. Kuvan mukaan maapadon sortumista noin 70 % koostuu padon harjan yli tapahtuvasta ylivirtauksesta, padon läpi ja alitse tapahtuvista suotovirtauksista ja patoon rakennettujen johtojen pinnalla tapahtuvasta suotovirtauksesta (Slunga 2004).

Usein maapatojen sortumiin johtavat tekijät jaotellaan joko ulkoiseen eroosioon, sisäiseen eroosioon tai rakenteelliseen sortumaan. Seuraavissa kappaleissa on kerrottu näistä tekijöistä hieman tarkemmin esimerkkitapausten avulla.



Kuva 7.1 Maapatojen sortumasyytiä. (Korhonen 1977)

7.4.1 Ulkoinen eroosio

7.4.1.1 Yleistä

Ulkoinen eroosio on maapadon pinnalla tapahtuvaa aineksen irtautumista, joka kuluu veden, tuulen, jään mukana tai painovoiman seurauksena. Ulkoinen eroosio voi lähteä liikkeelle padon luiskilta tai harjalta. Padon kuivaa luiskaa kuormittavat rankkasade, tuuli, lumen ja roudan sulaminen ja märkää luiskaa aallokko sekä jää. Padon harjalta eroosio voi puolestaan lähteä liikkeelle ylivirtaustilanteesta. Eroosiota aiheuttaa sekä luonnon että ihmisen toiminnasta.

Veden aiheuttama pintaeroosio padon pinnassa ei välttämättä ole aina selvästi nähtävissä. Merkkejä siitä voivat kuitenkin olla esimerkiksi puiden juurien ja kivien paljastuminen ja koholle jääminen maanpinnasta. Ihminen aiheuttaa eroosiota maapadoilla välittömästi ja välillisesti erilaisilla kaivutoimillaan, maan muokkauksella ja muilla sellaisilla toimenpiteillä, jotka aiheuttavat padon verhoilun rikkoutumista tai kasvipeitteen heikkenemistä. (Seuna & Vehviläinen 1986.) Samoin voidaan todeta eläinten toiminnasta maapadoilla.

Maaperän eroosioherkkyys riippuu Seunan & Vehviläisen (1986) mukaan maan aineksen raakoosta, kerrostuneisuudesta, läpäisevyydestä, kosteudesta, tekstuurista eli lajitekoostumuksesta, mekaanisesta koostumuksesta, kasvipeitteen lajista ja kaltevuudesta sekä maanpinnan kaltevuudesta. Juuristo sitoo maapartikkeleja ja erityisesti tehokkuutta lisää juuriston keskittyminen maan ylimpään kerrokseen. Maanpinnan kaltevuus puolestaan lisää eroosiota (Seuna & Vehviläinen 1986).

Ulkoinen eroosio voi johtaa padon sisäiseen eroosioon, mikäli pintavaurio on tarpeeksi merkittävä. Väärät materiaalivalinnat padon rakennusvaiheessa voivat myös heikentää padon kestävyyttä ja aiheuttaa pahimmassa tapauksessa yksin tai yhteisvaikutuksesta ulkoisen eroosion kanssa padon rakenteellisen sortuman. Oikeantyyppiset maalajit ja kunnollinen penkereen verhoilu suojaavat maapatoa ulkoiselta eroosiolta. Verhoilumateriaaleina voidaan käyttää kasvillisuutta sekä kivi- ja soramateriaalia. Kuvassa 7.2 on esitetty ulkoisen eroosion aiheuttama syöpymä Porin tulva- penkereen märeällä puolella.



Kuva 7.2 Ulkoisen eroosion aiheuttama syöpyä Porin tulvapenkereen märällä luis-kalla.

Yleistietoa eroosiosta kertovat esimerkiksi Seuna & Vehviläinen (1986) ja ulkoisesta eroosiosta maapadoilla esimerkiksi Gilbert & Miller (1991). Gilbert & Miller (1991) ovat tutkineet 26 maapadolla raportoitua ylisyöksytapausta. He toteavat kasvillisuudesta, että se lisää eroosion vastustuskykyä. Heidän mukaan kasvillisuus suojaa patorakenteen pintaa ja juuret vahvistavat patorakenteen pysyvyyttä.

Kohdassa 7.4.1.2 esitellään vaaratilanne Suomesta, Virojoen Kantturakosken voimalaitospadon maapato-osuudelta vuoden 2006 joulukuussa. Vaaratilanne syntyi vedenpinnan noustessa rankkasateista johtuen ja aiheuttaessa ylivirtaustilanteen maapadolla. Maapatorakenteen epäillään selvinneen ylivirtaustilanteesta mm. hyvän kasvillisuusverhoilun ansiosta.

7.4.1.2 Vaaratilanne Virojoella, Kantturakosken voimalaitospadolla

Virojoessa sijaitseva Kantturakosken voimalaitospato koostuu betonipato- ja maapato-osuudesta. Voimalaitospato kuuluu luokkaan kolme. Maapato on homogeeninen maapato ja se on rakennettu 1920-luvulla. (PATO-tietojärjestelmä 2009.) Maapadon

sisään on upotettu puuponttirakenne, estämään vesien virtaus maapadon lävitse. Taulukossa 7.1 on lueteltu maapadon päämittoja.

Taulukko 7.1 Kantturakosken maapatojakson päämitat. (PATO-tietojärjestelmä 2009)

Harjan leveys	2 m
Harjan alin korkeustaso	14,07
Tiiviin osan alin ylätaso	14,07
Pienin kuivavara	0,17 m
Kuivan luiskan kaltevuus	3:1

Yöllä 7.12.2006 voimalaitoksen UPS-järjestelmässä ilmeni häiriö sähköverkossa tapahtuneen vian vuoksi. Sähkökatkon yhteydessä voimalaitoksen koneet pysähtyivät, tietoliikenne katkesi ja korkeusnäytöt lopettivat toimintansa. Luukkujen ohjaus oli kaukokäytöllä. Altaan pinnan korkeus- ja tilatiedot eivät kuitenkaan välittyneet Elimäen päivystäjälle kaukokäytön kautta sähköviasta johtuen. Tilanne huomattiin vasta aamulla, jolloin vettä alettiin laskea altaasta käsiluukkujen ja moottoriluukkujen avulla. (Suurinkeroinen 2009.)

Vesi oli yön aikana noussut padolla hyvin korkealle kaikkien koneiden lopetettua toimintansa ja tästä johtuen maapadon harjan yli tapahtui ylivirtausta. Vesi virtasi maapadon takana kulkevalle hiekkatielle ja pellolle. Virtaus syövytti tietä ja huuhtoi mukanaan tien hiekkaa pellolle. Vettä virtasi myös voimalaitosrakennuksen ympäri. (Suurinkeroinen 2009.)

Vahinkoja ei kuitenkaan tapahtunut muualla kuin maapadon takana olevalla hiekkatiellä. Tielle jouduttiin ajamaan soraa, jotta siitä saatiin taas ajokelpoinen. Maapato ei kokenut silminnähtäviä vahinkoja. (Suurinkeroinen 2009.)

Padon omistajan edustaja Seppo Suurinkeroinen kertoi 19.10.2009 pidetyssä määräaikaistarkastuksessa maapadon kasvillisuuden vaikutuksista ylivirtaustilanteessa. Suurinkeroisen mukaan maapadon kasvillisuus sitoi hyvin kosteutta ja tästä syystä maapato ei kärsinyt ainakaan ylivirtauksesta johtuvasta ulkoisesta eroosiosta.

Kuvissa 7.3 ja 7.4 näkyy maapadolla kasvavaa kasvillisuutta vuoden 2009 syksyllä, padon kuivalta ja märältä puolelta kuvattuna. Kuvassa 7.4 näkyy myös hieman hiekkatietä, joka vuonna 2006 syöpyi ylivirtauksen johdosta.



Kuva 7.3 Kantturakosken maapato 19.10.2009, märkä luiska.



Kuva 7.4 Kantturakosken maapato 19.10.2009, kuiva luiska.

7.4.2 Sisäinen eroosio

7.4.2.1 Yleistä

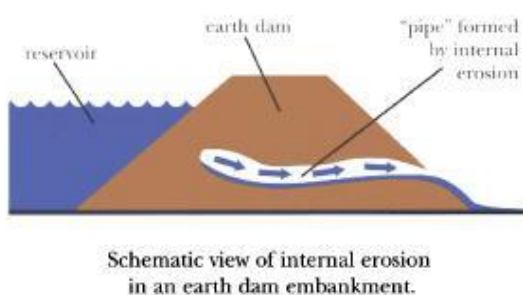
Sisäisessä eroosiossa maa-ainekset lähtevät liikkeelle, joko suotovesien tai padon yli syöksyvän vesimäärän mukana. Sisäinen eroosio voi saada alkunsa vuotokanavien (eroosiosuoni) muodostumisesta, joka voi lähteä liikkeelle esimerkiksi padossa esiintyvistä halkeamista. Halkeamia puolestaan voivat aiheuttaa esimerkiksi routa, painumat ja ihmisten, eläinten tai kasvillisuuden juuriston aiheuttamat kuopat tai kanavat padon rakenteessa. Padon rakenteissa olevien putkien pintojen ympärillä oleva maa on myös altis sisäisen eroosion muodostumiselle. Alttius eroosiolle putkien ympärillä on tavanomaista tilanteissa, joissa putken läpivientä ei ole toteutettu asianmukaisesti. Maalajeista siltti ja hieno hiekka ovat herkimpiä sisäiselle eroosiolle. (Johnston et al. 1999, Slunga 2004, Martio & Vuola 2007.)

Leskelä (2005) toteaa sisäisestä eroosiosta muun muassa seuraavia huomioita:

- Sisäinen eroosio voidaan huomata vuodoista tai patorakenteen painumista sekä rakeisuuskäyrässä tai mineraalikoostumuksessa esiintyvien poikkeamien perusteella.
- Sisäisen eroosion riski on suuri, jos suotovesi on sameaa tai padolla/pohjamaassa esiintyy painumia.
- Suodatinjärjestelmän puutteet tai riittämätön kuivatus lisäävät sisäisen eroosion riskiä.
- Sisäinen eroosio tulee huomioida ja siihen tulee varautua jo pohjamaan käsittelyssä ja tutkimuksissa sekä tiivistyssydämen rakennusvaiheessa.

Sisäistä eroosiota tapahtuu veden virratessa hienorakeisesta maalajista ulos tai karkearakeiseen maalajiin. Eroosiosta johtuen patorakenteisiin voi syntyä eroosiosuonia, jotka vähitellen laajenevat. Eroosiosuonten syntymistä kutsutaan myös piping-ilmiöksi. Tästä tuloksena voi olla padon sortumien. Suodattimilla voidaan estää tällainen padon sortuminen. (Johnston et al. 1999, Slunga 2004, Martio & Vuola 2007.) Jos padon kuiva luiska kostuu pintaan tulneiden suotautumien seurauksena, voi sisäi-

nen eroosio saada alkunsa tästä suotovesien purkautumiskohdasta ja työntyä padon sisärakenteisiin syntyvää eroosiosuunta pitkin (Johnston et al. 1999). Piping-ilmiötä on tutkinut tarkemmin esimerkiksi Tesfaye (1991). Yleisesti maapatojen sisäisestä eroosiosta on kerrottu selkeiden esimerkkikuvien avulla muun muassa Association of state dam safety officials (ASDSO). Kuvassa 7.5 on esitetty sisäisen eroosion piping-ilmiötä (ASDSO).



Kuva 7.5 Maapadon sisäinen eroosio, piping-ilmiö. (ASDSO)

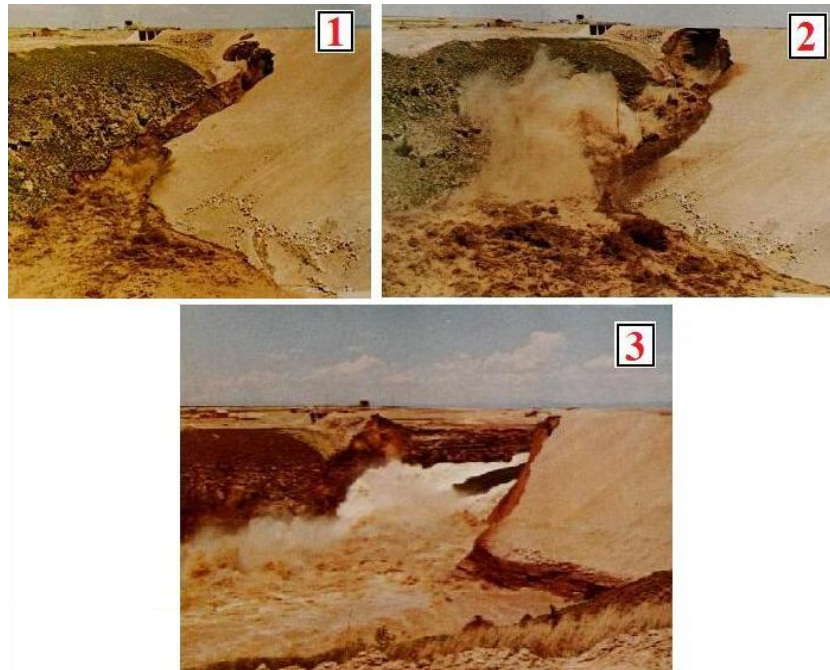
Samoin kuin ulkoisen eroosion, myös sisäisen eroosion ja väärin rakennusmateriaalien yhteisvaikutuksesta padon kestävyys voi heikentyä ja pato voi murtua rakenteellisen sortuman seurauksena.

Sisäisen eroosion aiheuttamasta patomurtumasta on maailmalla paljon esimerkkejä. Suomessakin on tapahtunut joitakin sisäisen eroosion aiheuttamia vaurioita maapadoilla. Esimerkiksi Kaihualla 1959, josta kerrotaan tarkemmin kodassa 7.5. Seuraavassa esitellään sisäisestä eroosiosta johtunut maapadon sortuma Amerikassa, Idahossa 1976.

7.4.2.2 Tetonin maapadon sortuma 1976

Teton-joen 123 metrin maapato sortui 5.6.1976 Idahossa, Amerikassa. Pato oli ehtinyt olemaan käytössä vasta noin puolen vuoden ajan. Sortuma sai alkunsa sisäisestä eroosiosta, joka sai maa-ainekset patorakenteessa liikkeelle. Patoon käytetyt maa-ainekset soveltuivat huonosti patorakenteisiin ja lisäksi pato oli heikosti liitetty

padon alla olevaan kalliopohjaan. Sortumassa 11 ihmistä sai surmansa ja yli 400 kotitaloutta sekä maatilaa tuhoutui. Teton padon sortumasta aiheutui noin miljardin dollarin taloudelliset vahingot. (Teton Dam Failure Review Group 1977, FEMA 2009.) Kuvassa 7.6 näkyy Teton padon sortumatilanne.



Kuva 7.6 Teton padon sortuma. (Modifioitu Teton Dam Failure Review Group, 1977)

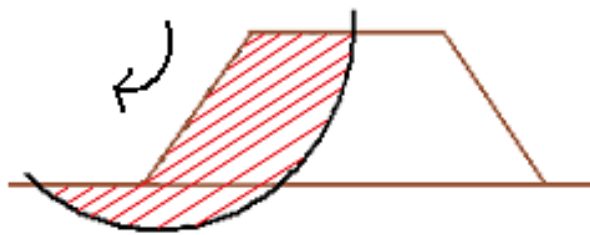
7.4.3 Rakenteellinen sortuma

Padon rakenteellinen sortuma voi alkaa padon tukirakenteista, pohjamaasta tai padon luiskista. Padon pohja, tiiviste- ja tukirakenteet voivat olla heikkoja, rakennusmateriaalit epäsoivia tai padon luiskat ja suodatinjärjestelmät voivat olla riittämättömiä turvaamaan padon kestävyyttä. Rakenteellinen sortuma voi myös lähteä liikkeelle padon tulva-aukkojen ja luukkujen toiminnan läheisyydestä. Myös ylivirtaustilanne voi aiheuttaa padon rakenteen sortuman. (British Columbia 1998.)

Rakenteellinen sortuma voi ilmetä esimerkiksi padon liukupintasortumana. Liukupintasortumalla tarkoitetaan tilannetta, jossa maapadon stabiliteetti on heikentynyt ja osa maapatoa leikkautuu irti muusta patorakenteesta. Tällainen tilanne voi syntyä

rakennusvaiheessa kummalla tahansa puolella patoa, padon käytössä kuivalla luiskalla tai vedenpinnan nopean laskun yhteydessä märällä luiskalla. (Slunga 2004.)

Liukupintasortumat voidaan estää suunnittelemalla ja rakentamalla pato vakavuudeltaan riittäväksi eri käyttötilanteissa (rakennusvaihe, jatkuva käyttö ja erityistilanteet). Kuvassa 7.7 on esitetty periaatekuva maapadon liukupintasortumasta. Maapadon ja sen rakennuspohjan vakavuuslaskelmat tehdään yleensä erilaisten liukupintamenetelmien avulla. Leikkauslujuus on yleensä maan määräävä lujuusominaisuus, johon vaikuttavat olennaisesti kuormitusnopeus ja vedenpoistumisolosuhteet maaperässä. Jos leikkausjännitys ylittää maan leikkauslujuuden, maa murtuu. Murtuminen voi tapahtua maapohjan murtumana tai maakaivantojen ja maaleikkausten luiskien sortumana. Lisäksi leikkauslujuus vaikuttaa maata tukeviin rakenteisiin kohdistuvan maanpaineen suuruuteen, joka voi edelleen horjuttaa tukirakenteiden vakavuutta. (Rantamäki et al. 2006.)



Kuva 7.7 Periaatekuva maapadon liukupintasortumasta.

Pehmeillä pohjamailla leikkausjännitysten kasvu voi aiheuttaa hitaasti tapahtuvia siirtymiä pohjamaassa (Slunga 2004). Näiden siirtymien tai esimerkiksi padon harjalla tapahtuvan liikenteen seurauksena pienissäkin padoissa saattaa syntyä pituussuuntaisia halkeamia. Tästä syystä Slungan (2004) mukaan varmuus liukumalla tapahtuvaa sortumaa vastaan pohjamaassa tulisi olla vähintään 2,5 (s. 126, kaava 7.1).

Leikkauslujuus määräytyy maarakeiden välisestä hankauksesta johtuvasta sisäisestä kitkasta ja koheesiosta, joka johtuu maahiukkasten välisistä kiinnevoimista ja mineraalihiukkasia ympäröivien vesivaippojen ja itse hiukkasten välisistä sähköstaattisista

voimista. (Rantamäki et al. 2006.) Leikkauslujuus voidaan määrittää Coulombin yleiskaavalla (kaava 7.2), joka on esitetty mm. Rantamäki et al. (2006) teoksessa:

$$T = c + \sigma \tan \varphi \quad (7.2)$$

T = leikkauslujuus [kN/m^2]

c = koheesio [kN/m^2]

φ = maan sisäinen kitkakulma

σ = leikkauspinnassa vaikuttava normaalijännitys [kN/m^2].

7.5 AIEMPIÄ TUTKIMUKSIA MAAPATOJEN VAURIOITUMISESTA

Patojen sortumia ja vaurioita on tutkittu ympäri maailmaa. Ulkomaisia patojen sortumia käsitteleviä tutkimuksia on julkaistu useita. Suomessa tapahtuneista patovaurioista ei ole koottu virallista tilastoa.

Suomessa tapahtuneita merkittäviä sortumia on tapahtunut 1950- ja 1960-luvuilla Rovaniemellä Kaihuan ja Virroilla Soininkosken voimalaitospadoilla, joissa maanpohjan ja tiivistesydämen sisäinen eroosio aiheutti sortumat (Kuusiniemi & Maijala 2008). Kaihualla homogeeninen voimalaitosmaapato sortui 29.9.1959. Sortuman syynä oli veden tekemä eroosiokanava padon juoksutusputken ympärillä. Putken suuosan alla oli maapadon rakenteissa puuponttiseinä, jota ei kuitenkaan pohjarakenteen kivisyydestä johtuen oltu saatu lyötyä tarpeeksi syvälle. Putken suuosan alueella oli vuosi ennen sortumaa huomattu vuotoa, kun vesi ensimmäistä kertaa nostettiin. Tämän epäillään olleen myöhemmin syntyneen eroosion aiheuttaja. (Ravaska 2005.)

Vaaratilanteita on syntynyt 1970- ja 1990-luvuilla Haapajärvellä sijaitsevalla Hautaperän padolla ja Uljuan altaan Tulisaaressa padolla. Hautaperän padolla 1976 huomattiin kuivan luiskan yläosassa padon läpi suotautuneen veden aiheuttamia läikkiä. Padon kuiva luiska sortui heinäkuussa rankkasateen yhteydessä. Uljuan altaan Tulisaaressa padossa huomattiin ensimmäinen patovaurio heti padon käyttöönottovuonna 1970 ja toinen vaurio vuonna 1990. (Kuusiniemi & Maijala 2008.) Uljuan padon vaurioita on käsitelty tarkemmin mm. Kuusiniemi et al. (1992), Kuusiniemi & Maija-

la (2002) ja Huttunen (1992). Lisäksi 2005 Nokialla Melon padolla on havaittu vaaratilanne. Nokialla Kokemäenjoessa sijaitsevan Melon padon märän luiskan yläreunassa havaittiin 28.10.2005 noin 4 metriä halkaisijaltaan ja noin 3,5 metriä syvyydeltään oleva kuoppa. Kuoppa täytettiin ensitöiksi. Pato ei kuitenkaan päässyt sortumaan, sillä padon alapuolelle tukipenkereeseen oli käytetty rakennustöistä jäänyttä ylimääräistä louhetta. Louhe esti patoa sortumasta. (Kuusiniemi & Maijala 2008.) Edellisten lisäksi Leskelä (1992) on tehnyt listausta vanhoissa padoissa todetuista vaurioista tai turvallisuusriskeistä Suomessa.

Ulkomaisista patojen sortumia käsittelevistä tutkimuksista voidaan mainita esimerkiksi ICOLD Bulletin 99 (1995), ASCE/ USCOLD (1975), ASCE/ USCOLD (1988) ja Graham (2006). Näiden kaikkien mukaan padon yli tapahtuva virtaus on yksi tärkeimmistä pato-onnettomuuksiin johtavista tekijöistä. Lisäksi ASCE/ USCOLD:n (1975) ja Grahamin (2006) mukaan sisäinen eroosio ja tulva-aukkojen aiheuttamat ongelmat ovat merkittäviä patovaurioihin ja pato-onnettomuuksiin johtavia tekijöitä.

7.6 KASVILLISUUDEN, ELÄINTEN JA LUVATTOMIEN TOIMENPITEIDEN AIHEUTTAMAT RISKITILANTEET

7.6.1 Riskitilanteiden määrittäminen

Vaaratilanteet maapadoilla syntyvät useimmiten monien tekijöiden yhteisvaikutuksesta. Esimerkiksi DCR:n (2010) mukaan pahimmat riskitekijät kaikille maapadoille ovat sisäinen ja ulkoinen eroosio.

Vaarallisimpia tilanteita, joissa kasvillisuus, eläimet tai luvattomat toimenpiteet osaltaan vaikuttavat vaaratilanteiden syntymisen, muodostuu esimerkiksi FEMA:n (2005a) ja FEMA:n (2005b) mukaan useimmiten homogeenisilla maapadoilla tai tulvapenkereillä sellaisissa tilanteissa, joissa

- puun juuristo tai eläimen kaivama tunneli yhdistyy maapadon suotoviivaan (ks. kuva 4.12)
- juuriston tai eläinten kaivat tunnelit padon märältä ja kuivalta puolelta yhdistyvät (ks. kuva 4.11) tai

- kolojen ja tunnelien aiheuttaessa maapadon painaumuksia (ks. kuva 4.13).

Edelliset tilanteet voivat johtaa maapadon sisäiseen tai ulkoiseen eroosioon yhdessä esimerkiksi padon harjan yli tapahtuvassa ylivirtaustilanteessa tai veden suotautuessa padon läpi tai alitse (esim. Slunga 2004, FEMA 2005a, FEMA 2005b). Kyselytutkimusten ja havaintokäyntien perusteella edellä esitettyjä kasvillisuuden, eläinten tai luvattomien toimenpiteiden aiheuttamat vaaratilanteet ovat yleisiä Suomessa etenkin tulvapenkereillä. Tämä voi johtua tapauskohtaisesti esimerkiksi vähäisestä tarkkailusta tai tulvapenkereen löyhästä rakenteesta. Varsinaisilla maapadoilla padon rakenne on suunniteltu kestävämmäksi ja padon tarkkailu on aktiivisempaa.

Vaaratilanteita Suomen tulvapenkereillä muodostuu esimerkiksi kuvien 4.11 ja 4.12 tilanteissa eläinten kaivamien kolojen tai yhtä hyvin puiden juuriston muuttaessa veden luonnollista suotautumisreittiä tulvapenkereessä (ks. esim. kuvan 2.1 kohta a) niin, että suodatinjärjestelmällä ei enää hallita veden suotautumista. Hallitsematon suoto voi saada aikaan padon kuivan luiskan vettymisen tai jopa padon sortumisen. Tiivistyssydämellä voidaan suojata maapatoa tällaisilta tilanteilta (ks. suotovirtaus kuvassa 2.2). Kuvan 2.2 kohdasta a on nähtävissä läpäisemätön tiivistesydän, joka suojaa patoa kuvien 4.11 tai 4.12 tilanteissa eläinten kaivamien kolojen tai yhtä hyvin kasvillisuuden juuriston aiheuttamilta vaaratilanteilta. Kasvillisuuden ja eläinten aiheuttamia riskitilanteita Suomen tulvapenkereillä vahvistavat myös esimerkit Porin tulvapenkereiltä (kohta 6.2.2) ja seuraavassa kappaleessa 7.6.2 esitetyt esimerkit.

Näiden lisäksi kasvillisuudesta on erityisen tärkeä huomioida puiden ja pensaiden juuristot, jotka on rakentamisen aikana tai kunnossapidon yhteydessä jätetty patorakenteisiin (esim. DCR 2010). Pitkän ajan kuluessa juuristojen lahoamisesta aiheutuu kolojen muodostumista patorakenteeseen, jotka edelleen voivat muuttaa suotovirtausta tai tulvan aikana aiheuttavat sisäistä eroosiota.

Usein maapatojen onnettomuustilanteita on kuvattu yllättävinä tilanteina, vaikka maapadon rakenteen heikkeneminen ja alttius onnettomuustilanteen syntymiselle on voinut kehittyä useiden vuosien aikana mm. kasvillisuuden juuristojen, eläinten tai luvattomien toimenpiteiden aiheuttamien ongelmien ja niiden huomioimatta jättämi-

sen vaikutuksesta (esim. DCR 2010). Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden huomioimatta jättäminen voi johtaa pahimmassa tapauksessa vakaviin pato-onnettomuustilanteisiin. DCR:n (2010) mukaan patojen omistajien ja kunnossapitäjien toimintatavat (puuston leikkaus, kasvillisuus pitäminen kurissa säännöllisellä raivauksella ja tilanteen seuraamiseen) vain siirtävät padon sisässä esiintyvien ongelmien hoitamista (esim. kasvillisuuden ja eläinten muodostamat kolot patorakenteissa) ja tällainen toimintamalli voi pahimmillaan johtaa padon onnettomuustilanteisiin. Kyselytutkimuksen mukaan kasvillisuuden ja eläinten aiheuttamiin ongelmiin reagoidaan Suomen maapadoilla pääsääntöisesti samoilla toimintatavoilla (puuston leikkaus, kasvillisuus pitäminen kurissa säännöllisellä raivauksella ja tilanteen seuraamiseen), joissa padon sisässä tapahtuvia tilanteita ei huomioida.

7.6.2 Suomen maapadoilla havaittuja kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia vaurioita

Kasvillisuuden aiheuttamia vaurioita

Pienempiä kasvillisuudesta johtuvia haittatekijöitä kuten maaperän kulumia, painumia ja näkyvyyshaittaa on todettu useilla eri maapadoilla, joissa jonkinlaista kasvillisuutta esiintyy. Näistä tekijöistä ei kuitenkaan ole ollut vaaraa padon turvallisuudelle. Suomessa kasvillisuuden aiheuttamia suurempia vaurioita maapatorakenteissa on havaittu esimerkiksi Lapissa sijaitsevilla padoilla ja Joutsassa sijaitsevan kastelualan padolla. Kyseiset ongelmat ovat käyneet ilmi tutkimustyöhön liittyvästä kyselytutkimuksesta.

Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen alueella olevilla padoilla on havaittu myrskyn kaatamia puita, joiden seurauksena esimerkiksi sateiden aiheuttama eroosio on edennyt pahemmin kuin muualla padossa.

Joutsan Leivonmäellä Tommolan tilalla sijaitsevan kastelualtaan padolla törmättiin puiden juurien aiheuttamaan ongelmaan noin seitsemän vuotta sitten. Pato ei kuulu patotarkkailun piiriin. Padon rakentamisen aikana kasvien juuria oli jäänyt patopenkereeseen. Rakenteisiin jääneet juuret aiheuttivat talvella routimista ja myöhemmin keväällä pato alkoi vuotaa. Patovalli sortui virtaaman mukana vuotokohdasta. Pato

oli rakennettu ilman Keski-Suomen ympäristökeskuksen valvontaa ja se tuli ympäristökeskuksen tietoon vasta sitten, kun pato sortui ja alapuolinen naapuri otti yhteyttä saunarakennuksen ollessa veden vallassa.

Eläinten aiheuttamia vaurioita

Suomessa eläinten aiheuttamia vaurioita maapadoilla on havaittu ainakin Ähtärissä Ryötön padolla, Enon ja Ilomantsin alueella sijaitsevilla Pamilon padoilla, Keski-Pohjanmaalla Pidisjärven ympärillä olevissa tulvapenkereissä, Lapualla Lapuanjoen tulvapenkereillä ja Himangalla Lestijoen alaosan tulvapenkereillä. Kyseiset ongelmat ovat käyneet ilmi tutkimustyöhön liittyvästä kyselytutkimuksesta tai muusta tähän työhön liittyvästä selvitystyöstä. Näiden lisäksi useilla maapadoilla on havaittu eläimiä ilman, että niistä on ollut haittaa padon turvallisuudelle.

Sähköpostikeskustelussa 2009 Hannu Ruotsalainen muisteli Ähtärissä, Ryötön padolla majavien olleen ongelmana, kun hän oli vielä vastuussa padosta. Tuolloin majavat tukkivat padon taustaojia ja aiheuttivat veden nousua padon kuivalla puolella sekä tekivät reikiä puuvälppiin. Padon kuivatusjärjestelmässä havaittiin häiriöitä, koska padon molemmin puolin oli vettä. Ryötössä majavapopulaation todettiin olevan liian suuri, joten viranomaiset myönsivät metsästysluvan kuuden täysikasvuisen majavan hävittämiseksi metsästyskauden ulkopuolella. (Ruotsalainen 2009.) Ruotsalainen ei ole nykyisin padosta enää vastuussa, mutta kyselytutkimuksen mukaan majavista on edelleen haittaa Ryötön padolla. Majavat rakentavat edelleen pesäkoloja märälle luiskalle. Tämä on aiheuttanut vuotoja maapatoon. Vuodot on korjattu heti, mutta majavia ei ole poistettu.

Ruotsalainen ja Kinnunen totesivat sähköpostikeskustelussa 2009 majavien tukki-
neen patorakennelmillaan suotovesien laskujokea, -ojia ja puroja myös Enon ja Ilomantsin alueella sijaitsevilla Pamilon padoilla. Majavat ovat rakentaneet patojaan myös mittausautojen päälle. Majavien aiheuttamien ongelmien takia Pamilon patojen taustojen kuivatusjärjestelmät eivät toimi kunnolla ja tästä syystä tarkkailutuloksia ei saada tai ne eivät ole todenmukaisia. Lisäksi haittaa aiheutuu patojen takana olevalle puustolle. Puusto kuolee pystyyn, jos vesi on pitkään korkealla. Majavia on Pamilon padoilla hävitetty pois niiden metsästysaikana. Suurimmat majavien padot

on poistettu kaivinkoneella ja pienet kauhatraktorilla. Tarkastusväli padoilla kahden viikon välein. Majavista on ollut haittaa Pamilon padoilla vuosittain. (Ruotsalainen ja Kinnunen 2009.)

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen vesistöosaston päällikön Martti Kujanpään sähköpostista 2010 kävi myös ilmi Lapuanjoen tulvapenkereillä tapahtunut myyrien aiheuttama vaurio vuonna 2000. Kujanpään mukaan myyrät kaivoivat tuolloin reikiä tulvapenkereen läpi, joista vesi virtasi läpi pengerrysalueelle. Reiät tukittiin kaivinkoneella, ja ongelmat saatiin melko helposti hallintaan. (Kujanpää 2010.)

Kyselytutkimuksesta ilmenivät ongelmat Pidisjärven ja Lestijoen alaosan tulvapenkereillä. Keski-Pohjanmaalla Kalajokivarressa, Nivalassa, Pidisjärven ympärille rakennetuissa tulvapenkereissä piisamit kaivoivat pesäkoloja penkereeseen. Tästä johtui veden suotautumien penkereen taustalle. Pidisjärven penkereisiin oli rakennusvaiheessa ajettu eloperäistä materiaalia, johon piisamit mielellään kaivavat kolojaan. Kokkolan vesipiirin toimesta penkereen märkä luiska verhoiltiin n. 30 cm paksuisella sepeliverhouksella, joka ulotettiin riittävän pitkälle veteen estämään uusien pesäkolojen muodostuminen. Kyseisestä piisamien aiheuttamasta ongelmasta Kalajoen vesistössä on uutisoitu myös Iltasanomissa 22. huhtikuuta 1985. Uutisen mukaan Kalajoen vesistön tulvapenkereet olivat pahasti reikiintyneet ja penkereiden arvioitiin tulvatilanteessa vuotavan pahasti, mikäli asialle ei tehdä mitään. Kokkolan vesipiiri arvioi lehtiartikkelin mukaan Kalajoen vesistössä, etenkin Pidisjärven ympäristössä piisamien aiheuttamat vahingot noin 330 tuhanneksi euroksi.

Lestijoen alaosan tulvapenkereillä, Himangalla havaittiin vesimyyrän tekemiä koloja ja sen aiheuttamia lukuisia vuotokohtia vuonna 2000. Tulvapenkereet on rakennettu aikoinaan suojaamaan maatalousmaita. 1970-luvulla tulvapenkereiden taustalle on rakennettu lukuisia rivi- ja asuintaloja, jotka ovat kastumisvaarassa penkereiden petäessä. Tulvatilanteessa penkereen l padon korkeus on noin kolme metriä. Penkereitä on kunnostettu useassa eri vaiheessa. Kevään 2000 tulvatilanteessa, jonka toistuvuudeksi arvioitiin HQ 1/30, penkereillä havaittiin läpivuotoa useista eri kohdista. Vuotokohdat korjattiin. Paikalla on edelleen ajoittain nähty hyvin tummia lähes mustia ison rotan kokoisia eläimiä.

Luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia vaurioita

Suomessa luvattomien toimenpiteiden aiheuttamia vaurioita maapatorakenteissa on havaittu ainakin Heinävedellä Palokin voimalaitospadolla, Kemijärven padoilla, Isohaaran padolla, Kurikassa Pitkämön säännöstelypadolla ja Kemijoki Oy:n padoilla. Lisäksi Enon ja Ilomantsin alueella sijaitsevilla Pamilon padoilla on todettu luvallisesta liikenteestä johtuva vaurio. Kyseiset ongelmat ovat käyneet ilmi tutkimustyöhön liittyvästä kyselytutkimuksesta tai muusta tähän työhön liittyvästä selvitystyöstä kuten ympäristöhallinnon PATO-tietojärjestelmästä ja Tulva- ja patopäiviltä 13.–14.10.2009. Lisäksi ongelmia on havaittu luvattomiin toimenpiteisiin liittyen ainakin Porin tulvapadoilla (ks. kohta 6.2.2). Näiden lisäksi useilla Suomen maapadoilla on havaittu ongelmatilanteita johtuen luvallisista tai luvattomista toiminnoista padoilla. Näistä tilanteista ei kuitenkaan ole ollut haittaa padon turvallisuudelle.

Enon ja Ilomantsin alueella sijaitsevista Pamilon padoista yhdellä homogeenisista maapadoista huomattiin padon harjalla 11.6.2008 sortuma. Sortuman halkaisija oli yli metrin. Maastotutkaluotaimen avulla huomattiin padon rakenteen olevan häiriintynyt sortuman kohdalla. Lisäksi kairatusta maanäytteestä voitiin päätellä sortuman olleen peräisin alapuolisessa kerroksessa tapahtuneen vuodon aiheuttamasta sisäisestä eroosiosta. Padon tiivistyssydän on muodoltaan erikoinen. Tiivistyssydän kapenee padon harjalta pohjaa kohti mentäessä. Tiivistyssydämen erikoinen muoto on voinut olla yksi syy sisäiseen eroosioon. Padon harjalla on kulkukelpoinen ajoväylä, joka on ollut käytössä padon käyttöönotosta lähtien. Padon erikoisesta rakenteesta johtuen raskas liikenne padon harjalla on kuitenkin voinut vaikuttaa sortuman etenemisen padossa. Korjaustoimenpiteiden yhteydessä padolle asetettiin liikenteen painorajotus. (Ruotsalainen 2009.)

Kyselytutkimuksesta ilmenivät ongelmat Palokin voimalaitospadolla, Kemijärven padoilla, Isohaaran padolla, Kemijoki Oy:n padoilla ja Pitkämön padolla. Lisäksi esimerkiksi Ämmän voimalaitospadolla on todettu ongelmatilanne johtuen eräästä salaojan kaivutyöstä ilman, että siitä on aiheutunut haittaa maapadon turvallisuudelle. Vuonna 2002 ilkeivallantekijä avasi Palokin voimalaitoksen tulvaluukun. Hyökyaalto rikkoi luonnonuomassa olevia pohjapatoja. Tapahtuman jälkeen luukkujen avaamista muutettiin niin, että avaaminen edellyttää useiden varmistusten läpäisyn. Lisäksi yh-

dessä Palokin maapadon kuivassa luiskassa huomattiin suotautumista luiskan juureen tehdyn kaapelikaivun yhteydessä. Aluetta on huomion jälkeen tarkkailtu. (Lamberg 2006.) Palokin voimalaitos sijaitsee Heinäveden kunnassa ja se on otettu käyttöön vuonna 1961. Pato koostuu betonipato- ja maapato-osuuksista. Betonipatorakenteiden välissä ja sivuilla on 11 maapatoa. Maapatojen yhteispituus on 1390 metriä ja betonipatorakenteiden 36,4 metriä. (PATO-tietojärjestelmä 2009.)

Kemijärven padolla on rakennettu luvatta laitureita ja veneenlaskupaikkoja. Isohaaran padolla on luvatta kaivettu putki padon lävitse. Kemijoki Oy:n padoilla on tehty veneenpitopaikkoja märän puolen luiskiin ja lisäksi patojen läpi on kaivettu kaapelikanavia.

Pitkämön allas sijaitsee Kurikassa, Kauhajoen ja Jalasjoen yhtymäkohdassa. Pitkämön allasta säännöstellään maapadon yhteyteen rakennetulla voimalaitoksella. Pato on valtion omistuksessa ja se on otettu käyttöön 1970. (PATO-tietojärjestelmä 2009.) Pitkämön padolla muun muassa veneenlaskupaikka ja liikenne padon harjalla ovat aiheuttaneet ongelmia. Patorakenteille on ongelmien johdosta jouduttu ajamaan lisää hiekkaa ja painumia on jouduttu paikkailemaan.

Suomussalmella sijaitsee Ämmän voimalaitospato, joka on otettu käyttöön 1959. Kesäkuussa 2007 voimalaitoksen maapadolla 2. huomattiin vaaratilanne, joka aiheutui salaojan kaivutyöstä. Kaivutyössä tien salaoja oli vedetty padon lävitse. Kaivutyö oli jo suurimmaksi osaksi tehty, kun vaaratilanne huomattiin. Korjaustoimenpiteenä salaojasuunnitelmia muutettiin ja kaivutyö korjattiin. Kaivutoimenpide ei sen toteamishetkellä aiheuttanut ongelmaa padon turvallisuudelle, koska salaojarakenteiden kaivusvyvyys oli +199,55 ja yläaltaan eli Kiantajärven vesipinta oli tuolloin +199,13. Lisäksi kaivanto oli vielä osittain kesken. Kaivannon ja yläaltaan välissä oli noin 30 metrin kaivamaton maa-alue.

8 JATKOTOIMENPITEET

8.1 MAAPERÄ- JA JUURISTOTUTKIMUKSET

8.1.1 Taustaa

Tutkimustyön aikana huomattiin, että tarkemmille tutkimustöille olisi ollut tarvetta liittyen kasvillisuuden aiheuttamiin vaikutuksiin maapadoilla. Lisätutkimuksille olisi tarvetta ainakin juuristo- ja maaperätutkimusten osalta. Juuristo- ja maaperätutkimukset on kuitenkin jouduttu rajaamaan tämän työn ulkopuolelle.

Tässä kappaleessa todetaan kuitenkin tutkimusmenetelmistä, niiden toteutuksesta ja tähän liittyvästä kirjallisuudesta joitakin tärkeimpiä asioita mahdollisia jatkotutkimuksia varten. Tutkittaessa kasvillisuuden ja erityisesti suuren puuston vaikutusta maapadon rakenteisiin, olisi suositeltavaa tehdä maaperä- ja juuristotutkimuksia tarkan ja kokonaisvaltaisen kuvan saamiseksi padolla vallitsevasta tilanteesta.

8.1.2 Kirjallisuus

Juuristotutkimuksesta löytyy paljon kirjallisuutta, esimerkiksi juurten vedenottoon, juurten merkitykseen ja ohutjuurten tutkimusmenetelmiin liittyen. Hyviä perustietoja aiheesta esittävät esimerkiksi Kramer (1983), Larcher (2003), Lyr & Hoffman (1967), Vogt & Persson (1991) ja Böhm (1979). Lisäksi Suomen pääpuulajien juuristosysteemejä kokonaisuutena ovat tutkineet esimerkiksi Laitakari (1934) ja Kalela (1949).

Maanäytteiden otosta ja laboratoriotutkimuksista antaa hyvää tietoa esimerkiksi SFS 190-1 (2007), 190-2 (2007), 190-3 (2007) ja 190-4 (2008). Lisäksi esimerkiksi Rantamäki et al. (2006a) kertovat maanäytteiden otosta ja tutkimuksesta. Maaperäfyysikasta on kirjoittanut muun muassa Hillel (2004).

Havaksen & Viitalan (1984) puiden juuriston tutkimuksesta Kemijoen maapadoilla (ks. kohta 4.2.5.1) löytyy myös hyviä vinkkejä juuristo- ja maaperätutkimusten tekemiseen.

8.1.3 Tutkimusmenetelmistä

Ennen maaperä- ja juuristotutkimusten aloitusta kaivualuetta ympäröivää maastoa ja tutkittavaa kasvustoa on hyvä havainnoida silmämääräisesti. Maapatoon liittyvät rakenteelliset seikat on myös tärkeä selvittää. Ainakin seuraavia asioita olisi hyvä huomioida ennen kaivujen aloitusta:

- maapadon sijainti
- maapadon rakenne, luiskien kaltevuudet, ikä ja kunto
- maapadon poikkileikkauskuvat, edellisten määräaikaistarkastusten raportit, patoturvallisuuskansio ja muut maapatoa koskevat asiakirjat
- tutkittavan kasvillisuuden ja puuston lajien tunnistaminen, sijainti padolla, etäisyys vesirajasta, ikä, kunto, muoto ja pituus
- kaivalueen ympäristön tarkastus
- maaperän tarkastus.

Juurten lähempää tutkimusta varten puut ja kasvit on kaivettava ylös maaperästä.

Böhmin (1979) mukaan ennen juurinäytteiden ottoa kaivetusta kuopasta on hyvä määrittää silmämääräisesti maakerrosten rakennetta, kivisyyttä ja lohkaraisuutta ja todeta kerrosrajat. Kuopan syvyys ja leveys tulee myös mitata. Böhmin (1979) kertoo myös tarkemmin kuoppien kaivusta ja oikeiden menetelmien valinnasta. Lisäksi hän ohjeistaa juurinäytteiden ottoa, säilöntää ja myöhempiä tutkimuksia. Juurten säilönnästä ja tutkimuksista kertovat myös Vogt & Persson (1991).

Havaintoja kaivuista ja juurinäytteiden otosta on hyvä tallentaa kirjallisten dokumenttien ohella valokuvaamalla. Myös juuripaakun muodostamaa kuoppaa patorakenteessa on hyvä mitata ja valokuvata, jotta voidaan arvioida juurten levinneisyyttä ja syvyyttä padon rakenteissa. Juurten väri muuttuu kuivatuksen aikana, joten niiden väri kannattaa kirjata ylös tai valokuvata heti kaivuhetkellä. Ylös kaivetun juuripaakun suuruutta ja pisimpien juurien pituutta kannattaa myös mitata. Juurinäytteet tulee sahata läheltä kannon tyveä, niin että ne saadaan mahdollisimman hyvin koko pituudeltaan leikatuksi (Böhm 1979).

Myöhemmin kaivetuista juurista voidaan tutkia laboratoriossa esimerkiksi muotoa, määrää, väriä, juurten levittäytymistä, juurten halkaisijaa, pituutta, pinta-alaa, tilavuutta ja painoa esimerkiksi Böhmin (1979) mukaisten ohjeiden avulla. Maanäytteis-
tä puolestaan voidaan tutkia laboratorio-olosuhteissa esimerkiksi maaperän rakei-
suutta, humus- ja vesipitoisuutta, huokoisuutta, kuivatilavuutta, märkätilavuutta,
kiintoainetiheyttä, kuivatiheyttä, kokonaistiheyttä, leikkauslujuus- ja kokoonpuristu-
vuusominaisuuksia esimerkiksi SFS standardiohjeiden mukaisesti. Myös Hillel
(2004) esittää laskentaperusteita edellä mainittujen maaperän ominaisuuksien määrit-
tämiseksi. Lisäksi hän käsittelee tarkemmin maaperän kiinteää, nestemäistä ja kaa-
sumaista jakoisuutta, rakenneominaisuuksia, lämpötilan ja stressin vaikutuksia maa-
perään, veden kiertoa maaperässä sekä maaperän, kasvien ja veden välisiä suhteita.
Myös Vakkilainen (1986) ja Rantamäki et al. (2006) kertovat maaperän ominaisuuksista ja rakenteesta.

Maalajin selvittämiseksi tarvitaan maalajiluokitusta. Suomessa käytetään geoteknistä maalajiluokitusta, joka perustuu maalajien geotekniseen syntytapaan ja huomioi myös raekoostumuksen sekä humuspitoisuuden. (Rantamäki et al. 2006.) Taulukossa 8.1 on esitetty geoteknisen luokituksen mukainen maalajien jaottelu.

Taulukko 8.1 Geoteknisen maalajiluokituksen maalajit. (Modifioitu, Rantamäki et al. 2006)

Maalajiluokka	Päämaalajit	Lajitepitoisuus, paino- %			Läpäisevyysprosenttia 50 (d ₅₀) vastaava raekoko (mm)
		Savi	Hienoaines	Sora	
Eloperäiset maalajit	Turve Lieju	> 30 < 30	> 50 < 50 < 5 > 50 5...50 > 5	< 5 < 50 > 50 > 5 5...50 > 50	< 0,06 > 0,06...2 > 2...60 < 0,06 > 0,06...2 > 2
Hienorakeiset maalajit	Savi Siltti				
Karkearakeiset maalajit	Hiekka				
	Sora				
Moreenimaalajit	Silttimoreeni Hiekkamoreeni Soramoreeni				

Maaperän raekoostumus määritellään rakeisuuskäyrän avulla. Rakeisuuskäyrä ilmaisee, miten suuri suhteellinen osuus jossakin maalajissa on tiettyä raekokoa pienempiä rakeita, eli miten suuri osa maalajista läpäisee jonkin tietyn kokoista raekokoa vastaavan seulan. Suhteellinen osuus ilmaistaan prosentteina. (Rantamäki et al. 2006.)

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli selvittää Suomen maapadoilla esiintyvää kasvillisuutta, eläimiä ja luvattomia toimenpiteitä sekä tutkia niiden aiheuttamia vaikutuksia maapatojen turvallisuuteen. Tavoitteena oli myös saada aikaan ohjeistuksia näiden ongelmien välttämiseksi. Ohjeita voidaan myöhemmin käyttää patoturvallisuusoppaan laadinnassa ja patoturvallisuustoiminnan yhtenäistämisessä. Lisäksi tarkoitus oli tutkia ja suunnitella millaisia jatkotoimenpiteitä tällaisten ongelmien ratkaisemiseksi tarvitaan.

Selvitys Suomen maapadoilla esiintyvän kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamista ongelmista tehtiin kyselytutkimuksen, maastokäyntien ja viranomaisten, padon omistajien sekä alan asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen avulla.

Kyselytutkimuksen, maastokäyntien, erilaisten asiantuntijakeskusteluiden ja aiempien kirjallisuustutkimusten perusteella voidaan osoittaa, että kasvillisuus, eläimet ja luvattomat toimenpiteet ovat aiheuttaneet ongelmia Suomen maapadoilla. Vaaraa padon turvallisuudelle ei kuitenkaan aina ole aiheutunut. Erityisesti ongelmia on todettu tulvapenkereillä. Ongelmat on usein tiedostettu, mutta niihin ei aina ole löydetty selkeää ratkaisua, joka on osittain johtunut ainakin ulkomaisten oppaiden eriävistä ratkaisumenetelmistä ja niiden soveltamisen vaikeudesta Suomen olosuhteisiin sekä suomenkielisen ohjeistuksen puuttumisesta. Näistä syistä voidaan todeta, että kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden aiheuttamat ongelmat on otettava huomioon padon muun turvallisuustarkkailun yhteydessä.

Kyselytutkimusten, maastotarkastusten ja asiantuntilausuntojen perusteella reagointi ja varautuminen niin kasvillisuuden, eläinten kuin luvattomienkin toimenpiteiden aiheuttamiin ongelmiin on tehtävä tilanteen mukaan harkinnanvaraisesti. Jokainen pato on erilainen. Tarvittavat toimenpiteet voivat riippua esimerkiksi padon tyypistä, rakenteesta, sijainnista ja käyttötarkoituksesta tai ilmenneen ongelman sijainnista, vaarallisuudesta ja laadusta. Lisäksi toimenpiteet voivat vaihdella riippuen esimerkiksi paikallisista olosuhteista, alueen virkistyskäytöstä ja maisemasta padon ympä-

rillä. Ongelmien havaitseminen vaatii säännöllistä tarkkailua padolla ja tulvapenkeillä. Ongelmia tulee kuitenkin tarkastella yhteydessä padon rakenteellisiin ominaisuuksiin ja padon muuhun turvallisuustarkkailuun. Erityisen tärkeää on käsitellä patoa kokonaisuutena, eikä kiinnittää huomiota pelkästään yksittäisiin puihin, eläimiin tai luvattomiin toimenpiteisiin padoilla.

Kasvillisuus

Tutkimuksen perusteella kasvillisuus ei aina aiheuta vaaraa padon toiminnalle. Kasvillisuudesta voi kuitenkin olla haittaa näkyvyyden ja liikkumisen kannalta, jolloin se voi esimerkiksi vaikeuttaa padon tarkkailua ja kunnostus- tai korjaustoimenpiteiden tekemistä padolla. Kasvillisuuden aiheuttamien ongelmien ratkaisemiseksi voidaan tutkimuksen perusteella todeta, että kasvillisuus tulee poistaa padolta harkinnanvaraisesti. Kasvillisuuden täydellinen poisto maapadoilla on ollut vallitseva näkemys padon turvallisuuden ylläpitämiseksi ja tarkkailun parantamiseksi. Tutkimuksen perusteella kasvillisuudesta voi olla haittaa erityisesti homogeenisilla maapadoilla. Esitetyjen tutkimusten valossa kasvillisuudella voidaan sanoa olevan kuitenkin myös tärkeä merkitys maaperää sitovana ja eroosion syntymistä vähentävänä tekijänä. Jopa suurten puiden voimakkaasta juuristosta voi tapauskohtaisesti olla enemmän hyötyä kuin haittaa padon stabiliteetille. Patorakenteisiin jätetyt juuret voivat lahotessaan kuitenkin pahimmassa tapauksessa aiheuttaa pitkänkin ajan jälkeen vaaraa padon turvallisuudelle. Totaalinen kasvillisuuden poisto ei ole välttämätöntä, jos kasvillisuudesta ei ole vaaraa padon turvallisuudelle. Juuriston muodon ja rakenteen sekä maaperän ominaisuuksien tunteminen ovat merkittäviä tekijöitä tehtäessä päätelmiä suurten puiden juuristojen vaikutuksista padon stabiliteettiin. Kasvillisuuden merkitystä padolla arvioitaessa on erityisen tärkeää huomioida päätöksiä tekevän henkilön ammattitaitoisuus puulajien ja niiden juuriston tuntemuksessa. Juuriston muodon ja rakenteen vaihtelu samallakin puulajilla on tärkeä ymmärtää. Pelkän silmämääräisen tarkastelun perusteella ei voida varmasti määrittää juuriston rakennetta, muotoa ja levittäytymistä patorakenteessa. Kasvillisuuden aiheuttamia ongelmia arvioitaessa, etenkin suurten puiden kohdalla, onkin suositeltavaa suorittaa juuristo- ja maaperätutkimuksia. Tutkimuksista tulee kuitenkin päättää tilannekohtaisesti ja mahdolliset kasvillisuuden kaivutyöt tulee suorittaa ammattitaitoisen henkilön toimesta niin, että siitä ei aiheudu vaaraa padon turvallisuudelle. Kasvillisuuden poisto padon käyt-

töönoton 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.

Eläimet

Eläinten aiheuttamien ongelmien havaitseminen padoilla vaatii aktiivista padon tarkkailua. Ajoissa havaittu ongelma voidaan korjata hävittämällä tai pyydystämällä eläimet ja paikkaamalla pato oikeaoppisesti. Eläinten aiheuttamia vahinkoja padossa voi esiintyä sekä padon pinnassa että sen rakenteissa. Padon pintaan muodostuneiden eläinten rakennelmien ja niiden kaivamien kuoppien ja padon sisään ulottuvien tunnelien huomioiminen padon turvallisuutta tarkasteltaessa on tärkeää. Kuten kasvillisuuden kodalla, eläintenkin osalta voidaan tutkimuksen perusteella todeta, että eläimet tulisi ottaa huomioon jo padon suunnittelu- ja rakennusvaiheessa. Rakennusmateriaalivalinnoissa tulisi esimerkiksi välttää sellaisia eloperäisiä maalajeja, jotka houkuttelevat luokseen eläimiä.

Luvattomat toimenpiteet

Luvattomia toimenpiteitä ja ilkivaltaa maapadoilla tapahtuu hyvin paljon. Lisäksi ongelmia tuottavat monet luvalliset toimet, kuten liikenne padon harjalla. Mikäli padon harjaa ei ole suunniteltu tiekäyttöön, liikenteestä johtuvat urat padon harjalla, lujuusongelmat, routa ja muut pintavauriot kuormittavat patoa. Myös luvattomien toimenpiteiden aiheuttamien ongelmien ratkaisemiseksi voidaan tutkimuksen perusteella neuvoa ottamaan mahdolliset liikenneasiat huomioon jo padon suunnittelu- ja rakennusvaiheessa, kun padon rakenneominaisuuksiin, materiaalivalintoihin ja käyttötarpeisiin voidaan vielä vaikuttaa. Luvattomista toimenpiteistä on ollut haittaa etenkin pienillä padoilla ja tulvapenkereillä tilanteissa, joissa ihmiset eivät ole ymmärtäneet toimivansa ja liikkuvansa padolla. Pieniä patoja ei ole aina merkitty kartalle ja niiden erottaminen maastossa voi olla hankalaa. Tällaisten tilanteiden selvittämiseksi on suositeltavaa merkitä patoalue varoitus- tai huomiokyltein ja tehdä tarvittavat merkinnät myös karttoihin.

Muut huomiot ja suositukset

Lisäksi sellaisilla alueilla, joissa patojen ja tulvapenkereiden lähettävillä asutaan ja liikutaan aktiivisesti, voidaan suositella tekemään asukkaille jonkinlainen selkeä ohjeistus toiminnasta, tarkkailusta ja liikkumisesta padoilla. Selkeiden ohjeiden ja valokuvien avulla voidaan neuvoa miten padolla tai tulvapenkereellä tulee toimia ja liikua, mikä on kiellettyä ja mikä sallittua. Lisäksi ohjeissa voidaan kertoa kasvillisuuteen, eläimiin ja luvattomiin toimenpiteisiin liittyvästä tarkkailusta ja jokaisen ihmisen velvollisuudesta ilmoittaa mahdollisista havaitusta häiriöstä padolla. Tärkeää olisi myös neuvoa miten toimia hätätilanteissa ja kertoa tarvittavat yhteystiedot hätätilanteita varten.

Edellisten lisäksi todetaan, että tulevaan patoturvallisuusoppaaseen tulisi lisätä tarkemmin selvitystä ja mahdollisesti myös kuvia siitä, miten toimia kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden suhteen maapadoilla. Patoturvallisuusopas tulee käyttöön kaikilla Suomen padoilla, jolloin kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden maininta tässä oppaassa olisi hyvin merkittävää yhtenäisen käytännön saavuttamiseksi patoturvallisuustoiminnassa.

Lopuksi todetaan, että tarkempien ohjeistusten antamiseksi kasvillisuutta koskien tulisi tehdä jatkotutkimuksia juuristosta ja kasvumaaperästä padolla kaivu- ja laboratoriotutkimusten avulla. Kasvillisuutta, eläimiä ja luvattomia toimenpiteitä on suositeltavaa tutkia ja havainnoida mahdollisimman paljon maastossa. Maastokäynnit ja valokuvat tai piirrookset ongelmatilanteista kuvaavat kyseisiä ongelmia parhaiten ja näiden perusteella on helpoin ymmärtää ja myös todeta mahdolliset padon turvallisuudelle vaaraa aiheuttavat tilanteet.

10 KIRJALLISUUSLUETTELO

A 6.4.1962/282, Vesiasetus, Helsinki.

A 27.7.1984/574, Valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta, Helsinki.

A 12.7.1993/666, Metsästysasetus, Helsinki.

A 4.9.2003/787, Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta, Helsinki.

Alasuutari P., 1994, Laadullinen tutkimus, 3. painos, Vastapaino, Tampere.

Artimo A., 1960, The Dispersal and Acclimatization of the Muskrat, *Ondatra zibethicus* (L.), in Finland, Riistatieteellisiä julkaisuja, Suomen Riistanhoito-säätiö, Helsinki, 10–14, 37–65, 90–91.

ASCE/ USCOLD (Committee on Failures and Accidents to Large Dams), 1975, Lessons from Dam Incidents, USA, New York.

ASCE/ USCOLD (Committee on Failures and Accidents to Large Dams), 1988, Lessons from Dam Incidents, USA, New York.

ASDSO (Association of State Dam Safety Officials), Responsibilities of Dam Ownership, Internal Erosion of Earth Dams, USA, Lexington, verkkosivu: <http://www.damsafety.org/media/Documents/PDF/yellow.pdf>, (luettu 14.1.2010).

Bache D.H. & MacAskill I.A., 1984, Vegetation in Civil and Landscape Engineering, Granada Publishing Ltd, London, Great Britain, 1-178.

British Columbia, 1998, Inspection & Maintenance of Dams, Dam Safety Guidelines, Canadian Catalogue in Publication Data, BC Environment, Water Management Branch.

Böhm W., 1979, Methods of Studying Root Systems, Ecological studies 33, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

DCR (Virginia Department of Conservation and Recreation), 2010, Vegetation, Erosion and Dams, Dam Safety, Floodplain Management, päivitetty viimeksi 8.1.2007, verkkosivu: http://www.dcr.virginia.gov/dam_safety_and_floodplains/dsveget.shtml, (luettu: 12.2.2010).

DNR (Department of Natural Resources, Division of Water, Indianapolis, Indiana), 2007, Indiana Dam Safety Inspection Manual, Part 2 Dam Management and Maintenance, Chapter 3.0, 9-10, verkkosivu: http://www.in.gov/dnr/water/files/Part-2-Dam_Safety_Manual.pdf, (luettu 1.2.2010).

DNRC (Department of Natural Resources and Conversation, Montana), 2002, Rodent Hole Suspected Cause of Dam Failure in Garfield County, Dam Safety program, verkkosivu:
http://dnrc.mt.gov/wrd/forms_publications/dam_safety_outlet/dsoutlet_2002sept.pdf,
(luettu 11.12.2009).

Doude Van Trootswijk W.J., 1976, The Musk-rat (*Ondatra zibethicus* L.) in the Netherlands, its Ecological Aspects and their Consequences for Man, Rijksuniversiteit te leiden, 59-114.

Faxen K., 1980, Bisam nykomling i svensk fauna, Hejdar sjöar att växa igen, Miljöaktuellt 7, 9.

FEMA (The Federal Emergency Management Agency), 2005a, Technical Manual for Dam Owners 473: Impacts of Animals on Earthen Dams, saatavissa: <http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1441>, (luettu 14.9.2009).

FEMA (The Federal Emergency Management Agency), 2005b, Technical Manual for Dam Owners 534: Impacts of Plants on Earthen Dams, saatavissa: <http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1451>, (luettu 14.9.2009).

FEMA (The federal emergency management agency), Why Dams Fail, FEMA:n verkkosivut: <http://www.fema.gov/hazard/damfailure/why.shtm>, (luettu 14.9.2009).

FEMA (The federal emergency management agency), About FEMA, FEMA:n verkkosivut: <http://www.fema.gov/about/index.shtm>, (luettu 2.2.2010).

Gilbert P.A. & Miller S.P., 1991, A Study of Embankment Performance During Overtopping, Technical Report GL-91-23, Department of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Vicksburg, Mississippi, saatavissa: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA247674&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>, (luettu 2.12.2009).

Graham W., 2006, Dam Failures in the United States and a Procedure for Estimating the Consequence of Future Failures, U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, Technical Services Center, Denver, Colorado, Sedimentation and River Hydraulic Group, D8540, Draft 27 October.

Gray D.H. & Sotir R.B., 1995, Biotechnical and Soil Bioengineering, Slope Stabilization, A Practical Guide for Erosion Control, A Wiley-Interscience Publication, USA, 1-129, 214-278.

Hamill L., 2001, Understanding Hydraulics, Palgrave Macmillan, USA, New York, 1-32, 300-351.

Havas P. & Viitala L., 1984, Kemijoen maapadoilla kasvavien puiden juuriston rakenteesta, Oulun yliopiston kasvitieteellinen laitos.

Heikkilä T., 2008, Tilastollinen tutkimus, 7. uudistettu painos, Edita Prima Oy, Helsinki.

Helsingin yliopisto, 2009a, Mänty, Metsäekologian laitos, verkkosivu:
<http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/arboretum/manty/index.htm>, (luettu 8.10.2009).

Helsingin yliopisto, 2009b, Kuusi, Metsäekologian laitos, verkkosivu:
<http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/arboretum/kuusi/index.htm>, (luettu 8.10.2009).

Helsingin yliopisto, 2009c, Hieskoivu, Metsäekologian laitos, verkkosivu:
<http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/arboretum/hieskoivu/index.htm>, (luettu 8.10.2009).

Helsingin yliopisto, 2009d, Rauduskoivu, Metsäekologian laitos, verkkosivu:
<http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/arboretum/rauduskoivu/index.htm>, (luettu 8.10.2009).

Helsingin yliopisto, 2009e, Haapa, Metsäekologian laitos, verkkosivu:
<http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/arboretum/haapa/index.htm>, (luettu 8.10.2009).

Helsingin yliopisto, 2009f, Tervaleppä, Metsäekologian laitos, verkkosivu:
<http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/arboretum/tervaleppa/index.htm>, (luettu 8.10.2009).

Helsingin yliopisto, 2009g, Harmaaleppä, Metsäekologian laitos, verkkosivu:
<http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/arboretum/harmaaleppa/index.htm>, (luettu 8.10.2009).

Helsingin yliopisto, 2009h, Raita, Metsäekologian laitos, verkkosivu:
<http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/arboretum/raita/index.htm>, (luettu 8.10.2009).

Hensley P.P.E. & Delp J.P.E., 2008, Design, Estimating and Construction Review Truckee Canal Issue Evaluation, Newlands Project, Nevada, Mid-Pacific Region, U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, Denver, Colorado, saatavissa:
<http://www.usbr.gov/mp/PA/truckee/Final%20Truckee%20Canal%20DEC%20Report.pdf>, (luettu 10.11.2009).

Hillel D., 2004, Introduction to Environmental Soil Physics, Journals of Elsevier Science (USA), 3-18.

Holm J. & Leskelä A., 1979, Padot, teoksessa: Mustonen (toim.), Vesirakenteiden suunnittelu, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL 123, 53–112.

Holmåsén I., 1991, Pohjolan puut ja pensaas, WSOY, 23–137.

Hoskins C.G. & Rice P., 1992, Vegetation and Embankment Dams, The Journals of the British Dam Society Conference, Stirling, Thomas Telford, London, 329-338.

Hoskins C.G., Kennard R. & Lapworth, 1993, Embankment Dams, Vegetation and Engineers, The Journals of the British Dam Society, Dams & Reservoirs, Vol 3 No 3, 7-9.

Huttunen E., 1992, Tulisaaren maapadon sisäinen eroosio, Diplomityö, Oulun yliopiston geotekniikan laboratorion julkaisuja 8, Finland, Oulu.

ICOLD Bulletin 99, 1995, Dam Failures – Statistical Analysis.

Ilta-sanomat, 1985, Tulvapenkereet kuin reikäjuusto, Kokkolan vesipiiri ryhtyy biisamijahtiin, 22.4.1985.

Isomäki E., 2009, Myllykylänkosken määrääikaistarkastus, Neuvottelumuistio, Hämeen ympäristökeskus.

Johnston T.A., Millmore J.P., Charles J.A., Tedd P., 1999, An Engineering Guide to the Safety of Embankment Dams in the United Kingdom, Building Research Establishment (BRE), London.

Jokela A., 2006, Juuristotutkimuksella tietoa puiden kasvuekologiasta, julkaisussa: Metsäntutkimuslaitos (Metla) (toim.), Metsäntutkimus 4, 22–24.

Jormola J., Harjula H., Sarvilinna A., 2003, Luonnonmukainen vesirakentaminen, Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun, Suomen ympäristö 631, 44–60, 106–124.

Jyrinki E., 1977, Kysely ja haastattelu tutkimuksessa, Oy Gaudeamus Ab, Helsinki.

Kairikko J.K., 2009, Majavat, Suomen metsästäjäläiiton verkkosivut: <http://www.metsastajaliitto.fi/?q=node/232>, (luettu 21.10.2009).

Kalela E.K., 1949, Männiköiden ja kuusikoiden juurisuhteista 1, julkaisussa: Acta Forestalia Fennica, 1950.

Kalliokoski, T., Nygren, P. & Sievänen, R., 2008, Coarse Root Architecture of Three Boreal Tree Species Growing in Mixed Stands, Silva Fennica 42(2):189-210.

Kivenheimo V.J., 1947, Untersuchungen über die Wurzelsysteme der samenpflanzen in der Bodenvegetation oder Wälder Finnlands (Metsien aluskasvillisuuteen kuuluvien siemenkasvien juuristosta Järvisuomen etelä- ja keskiosissa), teoksessa: Suomalaisen eläin- ja kasvitieteellisen seuran Vanamon kasvitieteellisiä julkaisuja (toim.), Vol. 22, Helsinki, 1931–1964, 1-180.

Koivula A. & Ruohutula J., 1980, julkaisematon vastine Kokkolan vesipiirin vesitoimiston kirjeeseen Piisamien vähentämisestä penkereistä.

Korhonen K-H., 1977, Maapatojen suunnittelu, INSKON:n julkaisu 73–77, Maarakenteet ja niiden suunnittelu, koulutusmateriaalissa: Slunga E., 2004, Patojen rakentaminen ja tekniset ratkaisut erilaisilla pohjilla, koulutus CD:llä: Suomen ympäristökeskus, 2006, Patoturvallisuuden täydennyskoulutusohjelma PATU 2004–2005, 8-10.

Koskinen M., 2006, Porin tulvat – Hallittuja riskejä?, Suomen ympäristö 19, Lounais- Suomen ympäristökeskus.

Koskinen M., 2008, Erityissuunnitelma Kokemäenjoen tulviin varautumisesta Porissa, Suomen ympäristö 12, Lounais-Suomen ympäristökeskus.

Kramer P.J., 1983, Water Relations of Plants, Academic Press, USA, New York, 57-83, 120-186.

Kramer P. J. & Boyer J.S., 1995, Water Relations of Plants and Soils, Academic Press, USA, California, 84-165.

Kruuk H., 2006, Otters Ecology, Behavior and Conservation, Oxford University Press, 6-7, 39-48, saatavissa:
<http://www.google.com/books?id=AesSDr8MPZEC&pg=PA159&dq=Kruuk+H.,+2006,&lr=&hl=fi&cd=2#v=onepage&q=Kruuk%20H.%2C%202006%2C&f=false>,
(luettu 5.1.2010).

Kujanpää M., 2010, Myyrät Lapuanjoen tulvapenkereillä, sähköposti 20.1.2010, Yli-insinööri, Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Kuusiniemi R., 1989, Maapadot julkaisussa: Patojen käyttö ja turvallisuusvalvonta, Ammattienedistämislaitos, Kurssikansio, 1-24 + 8.

Kuusiniemi R., Pöllä J., Rathmayer H., 1992, Internal Erosion at the Uljua Earth Dam, Water Power and Dam Construction.

Kuusiniemi R. & Maijala T., 2002, Ovatko Suomen padot turvallisia?, Vesitalous 3:14–19.

Kuusiniemi R. & Maijala T., 2008, Suomen patoturvallisuudesta, Vesitalous 2: 17–20.

L 19.5.1961/264, Vesilaki, Helsinki.

L 17.9.1965/503, Kaivoslaki, Helsinki.

L 1.6.1984/413, Patoturvallisuuslaki, Helsinki.

L 28.6.1993/615, Metsästyslaki, Helsinki.

L 3.12.1993/1072, Jätelaki, Helsinki.

L 5.2.1999/132, Maankäyttö- ja rakennuslaki, Helsinki.

L 4.2.2000/86, Ympäristönsuojelulaki, Helsinki.

L 13.6.2003/468, Pelastuslaki, Helsinki.

L 26.6.2009/494, Patoturvallisuuslaki, Helsinki.

Laasonen J., 2006, Peltokosken voimalaitospadon määräaikaistarkastuksen pöytäkirja, 8.11.2006.

Laasonen J., 2009, Riskianalyysin käyttö patoturvallisuuden hoitamisessa, Tulva- ja patopäivät, Suomen ympäristökeskus, Helsinki, 14.10.2009, kuulijoille jaetut materiaalit seminaariesitelmistä.

Laitakari E., 1934, Koivun juuristo, julkaisussa: Acta Forestalia Fennica, 1935.

Lamberg A., 2005, Pöytäkirja patorakenteiden määräaikaistarkastuksesta 9.6.2005, Hartolankosken voimalaitospato.

Lamberg A., 2006, Pöytäkirja patorakenteiden määräaikaistarkastuksesta 19.9.2006, Palokin voimalaitospato.

Larcher W., 2003, Physiological Plant Ecology, Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups, Springer Verlag, Berlin.

Leivo A. & Vuola P., 2006, Anisotrooppisuuden ja epähomogeenisuuden vaikutukset maapadon suotovirtaukseen, Suomen ympäristökeskus, saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=53013&lan=fi>, (luettu 14.1.2010).

Leskelä A., 1988, julkaisematon selvitys 1984 Imatran voimalaitoksen läntisellä maapadolla tutkitusta puuston vaarallisuudesta ja liitekuvat, 21.11.1988.

Leskelä A., 1992, maapatojen kunnon arviointi, Imatran Voima Oy tutkimusraportteja, IVO-A-06/92, Helsinki, 15–23.

Leskelä A., 2005, Maapatojen rakenteet ja niiden toteuttamiskelpoinen mitoitus, koulutus CD:llä: Suomen ympäristökeskus, 2006, Patoturvallisuuden täydennyskoulutusohjelma PATU 2004–2005.

Liukko U-M. (toim.), 1999, Saukkokannan tila ja seuranta Suomessa, Suomen ympäristö 353, luonto ja luonnonvarat.

Loades K.W., Bengough A.G., Bransby M.F., Hallett P.D., 2009, Planting Density Influence on Fibrous Root Reinforcement of Soils, Ecological Engineering, Journal of Elsevier, 1-9.

Loukola E., 1989, Patojen sortuminen ja muut vauriot julkaisussa: Patojen käyttö ja turvallisuusvalvonta, Ammattienedistämislaitos, Kurssikansio, 1-11.

Loukola E., Reiter P., Chonggang S., Shuibo P., 1993, Embankment Dams and their Foundations: Evaluation of Erosion, In: Loukola (ed.), International Workshop on Dam safety evaluation, Matkakertomus, 1-30.

- Lyr H. & Hoffman G., 1967, Growth Rates and Growth Periodicity of Tree Roots, *International Review of Forestry Research* 4(2): 181-236, saatavissa: <http://www.treedictionary.com/DICT2003/hardtoget/lyr/index.html>, (luettu 1.10.2009).
- Maijala T., 1996, Patoturvallisuusohjeita tarkastavan työryhmän 4. kokous, pöytäkirja 23.2.1996.
- Maijala T., 2010, Dipl.ins., Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, suullinen tiedonanto 19.1.2010.
- Malinen J., 2008, Piisamit vähentyvät rajusti, Helsingin sanomat, päivitetty viimeksi: 10.2.2008, verkkosivu: <http://www.hs.fi/kotimaa/artikkeli/Piisamit+v%C3%A4hentyneet+rajusti/1135233954107> , (luettu 10.12.2009).
- Martio J. & Vuola P., 2007, Kalajärven maapadon suotovirtauksen mallinnus, Suomen ympäristökeskus, saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=72965&lan=fi> , (luettu 14.1.2010).
- McKillop G., 1993, Burrowing mammals and the safety of embankment dams and reservoirs: potential problems and solutions, *The Journals of the British Dam Society, Dams & Reservoirs*, Vol 3 No 3, 10-12.
- MMM (Maa- ja metsätalousministeriö), 1997, Liite 13. Maapadoille asetettavia vaatimuksia, kohta 1.5.7 Kasvillisuus teoksessa: Patoturvallisuusohjeet, julkaisu 7, PrintLink Oy Helsinki.
- MMM (Maa- ja metsätalousministeriö) työryhmä, 2009, Patoturvallisuusopasluonnos 25.11.2009.
- Morgan R.P.C., 1995, Wind Erosion Control, In: Morgan R.P.C. & Rickson R.J. (ed.), *Slope Stabilization and Erosion Control: a Bioengineering Approach*, E & FN Spon, An Imprint of Chapman & Hall, 191-220.
- Morgan R.P.C. & Rickson R.J., 1995, Water Erosion control, *Slope Stabilization and Erosion Control: a Bioengineering Approach*, E & FN Spon, An Imprint of Chapman & Hall, 133-190.
- Muilu T., 2009, Uuden patoturvallisuuslainsäädännön haasteet, Tulva- ja patopäivät, Suomen ympäristökeskus, Helsinki, 14.10.2009, seminaarimuistiinpanot + kuulijoille jaetut materiaalit seminaariesitelmistä.
- Niskasaari M., 2009, Mikä hävitti piisamit?, *Suomen Luonto* 8, 23.10.2009, 50–53.
- Nolet B. A., 1997, Management of the Beaver (*Castor fiber*): Towards Restoration of its Former Distribution and Ecological Function in Europe, *Nature and Environment*, No. 86, Council of Europe Publishing.

Novak P., Moffat A.I.B, Nalluri C., Narayanan R. 2001a, Hydraulic Structures, third edition, 3-106.

Novak P., Moffat A.I.B, Nalluri C., Narayanan R. 2001b, Fig. 1.2 Principal variants of earthfill and earthfill-rockfill embankment dams (values of m are indicative only): b Modern homogenous with internal chimney drain, in Hydraulic Structures, third edition, 13.

Ollila Markku (toim.), 2002, Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa, Suositus alimmista rakentamiskorkeuksista, Ympäristöopas 52, 26.

OSG (The Otter Specialist Group), 2006, Lutra lutra (Linnaeus, 1758), the Eurasian Otter, OSGn verkkosivut:
http://www.otterspecialistgroup.org/Species/Lutra_lutra.html,
päivitetty: 20.9.2006, (luettu 21.1.2010).

PATO-tietojärjestelmä, 2009, Valtion ympäristöhallinnon patoturvallisuuden tietojärjestelmä, versio 1.4.0.

PATU, 2006, Patoturvallisuuden täydennyskoulutusohjelma 2004–2005, Suomen ympäristökeskus, koulutus Cd.

Puranen H. & Leskelä A., 2009, Pöytäkirja Haapajärven altaan patojen määräaikaistarkastuksesta 2009.

Pustina F., 1983, Common root systems of some trees, In: Šimek M., Vegetation on Low Fill Dams: Assessment from the point of view of Safety Surveillance and Supervision, Directions of the Head of Department Safety Surveillance and Supervision of Dams in the ČSR/TBD/, Water Resources Development and Construction, Praha, 5.

Pöri K., 2009, Linansaaren kansallispuiston kanadanmajavia aletaan poistaa pilottihankkeella, Metsästäjä 3, 44–46.

Rantamäki M., Jääskeläinen R., Tammirinne M., 2006, Geotekniikka 464, Otatieto 1979, Hakapaino Oy, 2006, 55–170.

Ravaska O., 2005, Maapatojen historia ja rakennustekniikka, koulutus CD:llä: Suomen ympäristökeskus, 2006, Patoturvallisuuden täydennyskoulutusohjelma PATU 2004–2005.

Ruotsalainen H., 2009, Maapatojen vauriokorjaukset – Pamilo, Tulva- ja patopäivät, Suomen ympäristökeskus, Helsinki, 14.10.2009, kuulijoille jaetut materiaalit seminaariesitelmistä.

Ruotsalainen H., 2009, Majavat Ryötön padolla, sähköposti, 15.10.2009.

Ruotsalainen H. & Kinnunen M., 2009, Majavat Pamilossa, sähköposti, 6.11.2009.

- Rusola T., 2008, Porin pohjoisosien suojele jokitulvalta – Riskitarkastelu patoturvallisuussuunnitelmaa varten, Opinnäytetyö, Vaasan Ammattikorkeakoulu, Ympäristötekniikan koulutusohjelma.
- Russell E.W., 1961, Soil Conditions and Plant Growth, Longmans, Green and co Ltd., London, 423-550.
- Rämet A., & Huura J., 2004, Sillantarkastusohje, Suunnittelu- ja toteutusvaiheen ohjaus, Tiehallinto, Edita Prima Oy, Helsinki, saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/sillantarkastusohje2004.pdf>, 90, (luettu 22.1.2010).
- Räsänen P., 2006, Tulkintaan liittyvän mielivallan ratkaisukysymyksiä kvalitatiivisessa analyysissä, Janus vol. 14 (2), 167–173.
- Seuna P. & Vehviläinen B., 1986, Eroosio ja kiintoaineen kulkeutuminen, teoksessa: Mustonen (toim.), Sovellettu Hydrologia, Vesiyhdistys ry., 226–255.
- SFS 190-1, 2007, Maaperätutkimusmenetelmät, Osa 1: Ohjeistot, Suomen standardisoimisliitto SFS, Helsinki, standardi.
- SFS 190-2, 2007, Maaperätutkimusmenetelmät, Osa 2: Näytteenotto, Suomen standardisoimisliitto SFS, Helsinki, standardi.
- SFS 190-3, 2007, Maaperätutkimusmenetelmät, Osa 3: Kemialliset määrittämismenetelmät, Suomen standardisoimisliitto SFS, Helsinki, standardi.
- SFS 190-4, 2008, Maaperätutkimusmenetelmät, Osa 4: Biologiset määrittämismenetelmät, Suomen standardisoimisliitto SFS, Helsinki, standardi.
- Shields F.D., (Jr.) & Gray D.H., 1992, Effects of Woody Vegetation on Sandy Levee Integrity, Water resources Bulletin, American Water Resources Association, vol.28, No. 5, USA, 917-931.
- Šimek M., 1983, Vegetation on Low Fill Dams: Assessment from the point of view of Safety Surveillance and Supervision, Directions of the Head of Department Safety Surveillance and Supervision of Dams in the ČSR/TBD/, Water Resources Development and Construction, Praha, 1–5.
- Slunga E., 2004, Patojen rakentaminen ja tekniset ratkaisut erilaisilla pohjilla, koulutus CD:llä: Suomen ympäristökeskus, 2006, Patoturvallisuuden täydennyskoulutusohjelma PATU 2004–2005, 1-16.
- Sowers G.F., 1962, Earth and Rockfill Dam Engineering, Asia Publishing House, London, 1-150
- Styczen M.E & Morgan R.P.C., 1995, Engineering Properties of Vegetation, In: Morgan R.P.C. & Rickson R.J. (ed.), Slope Stabilization and Erosion Control: a Bioengineering Approach, E & FN Spon, An Imprint of Chapman & Hall, 5-58.
- Suurinkeroinen S., 2009, Kantturakosken maapato, sähköposti, 23.10.2009.

Tesfaye A., 1991, Piping and Filters in Earth Dams of Dispersive Clays, Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, Nr 283, Helsinki.

Teton Dam Failure Review Group, 1977, U.S. Department of the Interior, Failure of Teton Dam, A report of Findings, Washington, saatavissa: <http://www.archive.org/stream/failureoftetonda00teto#page/n3/mode/2up>, (luettu 15.9.2009).

Tuomi J. & Sarajärvi A., 2009, Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä, 71–124.

Vakkilainen P., 1986, Maavedet, teoksessa: Mustonen (toim.), Sovellettu Hydrologia, Vesiyhdistys ry., 82–100.

Valtioneuvoston asetusluonnos patoturvallisuudesta, 14.9.2009.

Vesihallitus, 1985, Vesihallituksen patoturvallisuusohjeet, Vesihallituksen monistesarja nro 323.

Vesihallitus, 1986, Täydennys vesihallituksen patoturvallisuusohjeiden monistesarjaan nro 323, liitteeseen 5.1.

Vesi- ja ympäristöhallitus, 1991, Patoturvallisuusohjeet, sarja B, nro 9, 61.

Vogt K.A. & Persson H., 1991, Measuring Growth and Development of Roots, In: Lassoie J.P., & Hinckley T.M. (ed.), Techniques and Approaches in Forest Tree Ecophysiology, CRC Press, 478–501

Vuola P., 2009, Porin kaupunki/ tpk, suullinen tiedonanto 13.11.2009.

Vuola P., 2010, Porin tulvapadot, Porin kaupunki/ tpk, sähköposti 22.1.2010.

Waldron L. J., 1977, Shear Resistance of Root-Permeated Homogenous and Stratified Soil. Soil Science Society of America Journal 41, 843-849.

Walters R.C.S., 1962, Dam Geology, Butterworths & Co. (Publishers) Ltd., London.

Watson A., Phillips. C., Marden M., 1999, Root Strength, Growth and Rates of Decay: Root Reinforcement Changes of Two Tree Species and their Contribution to Slope Stability, Kluwer Academic Publishers, Plant and Soil 217: 39-47.

Wu T.H., Mc Kinnell W.P. III, Swanston D.N., 1979, Strength of Tree Roots and Landslides on Prince of Wales Island, Alaska, Canadian Geotechnical Journal, 16. 19-33.

Wu T.H., 1995, Slope Stabilization, In Morgan R.P.C. & Rickson R.J. (ed.), Slope Stabilization and Erosion Control: a Bioengineering Approach, E & FN Spon, An Imprint of Chapman & Hall, 221-264.

www.foxnews.com, 2008, Nevada Levee Breaks: 3,500 Being Rescued, verkkosivu:
<http://www.foxnews.com/story/0,2933,320496,00.html>, (luettu: 14.9.2009).

Liite 1 Määräaikaistarkastuksen asialista.

Määräaikaistarkastuksen asialistamalli

xxxxxxxxxxxxxx PADON MÄÄRÄAIKAISTARKASTUKSEN asialista,

x . x .2009

Paikka:

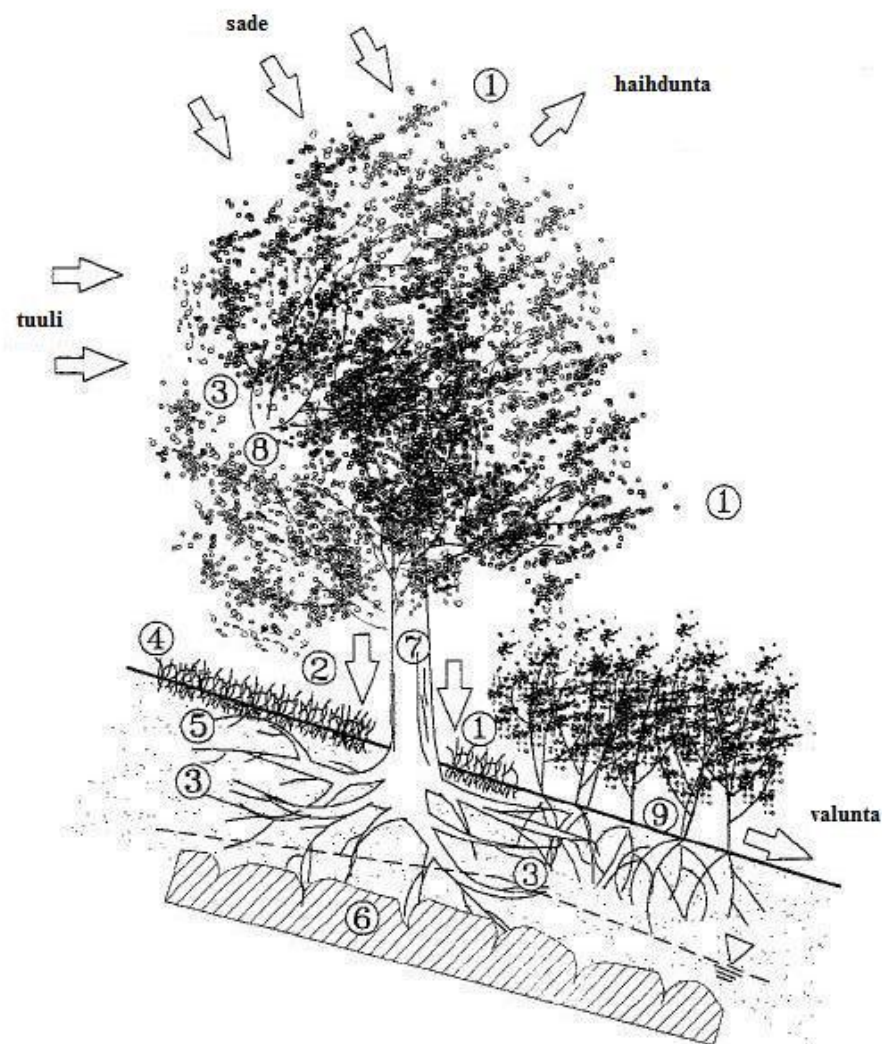
Aika:

Läsnä:

1. Avaus ja järjestäytyminen
2. Edellisen tarkastuksen raportin tarkastus ja toteutumataarkastelu
3. Määräaikaistarkastusten välillä suoritettut korjaustyöt
4. Tarkkailu-, havainto- ym. mittausten havaintotulokset
 - a. Pohjavesihavainnot
 - b. Routahavainnot
 - c. Suotovesihavainnot
 - d. Tarkastuspoikkileikkaukset ja harjan vaaitukset
 - e. Muut
5. Maastotarkastus
6. Vahingonvaaraselvitys
7. Turvallisuussuunnitelma
8. Padon luokitus
9. Turvallisuustarkkailuohjelman ajantasaisuus
10. Turvallisuuskansion ajantasaisuus muilta osin
11. Suositukset ja jatkotoimenpiteet aikatauluineen
12. Asiantuntijan arvio padon kunnosta
13. Muut asiat
14. Raportin hyväksyminen
15. Lopetus

Asialistaa käytetään soveltuvin osin!

Liite 2 Kasvillisuuden vaikutukset luiskan rakenteen lujuuteen. (Modifioitu: Gray ja Sotir 1995)



HYDROLOGISET VAIKUTUKSET	VAIKUTUS
1. Lehvästö toimii sateen suodattimena, haihduttamalla ja imemällä vettä itseensä.	Positiivinen
2. Kasvillisuuden juuristo ja varret/ runko lisäävät maaperän läpäisevyyttä ja pinnan epätasaisuutta aiheuttaen ulkopuolelta tulevan veden imeytymisen lisääntymistä.	Negatiivinen
3. Juuristo vetää puoleensa maaperän kosteutta, joka häviää ilmakehään haihdunnan yhteydessä ja johtaa matalempaan maaperän huokosvedenpaineeseen.	Positiivinen
4. Maaperän kosteuden kuluttaminen voi aiheuttaa maaperän kuivumishalkeilua. Tämä voi johtaa maaperän suodattumiskapasiteetin lisääntymiseen.	Negatiivinen
MEKAANISET VAIKUTUKSET	
5. Juuret vahvistavat maaperää lisäämällä maaperän ja kasvillisuuden välisiä voimia.	Positiivinen
6. Puun juuret voivat kiinnittyä maapeerän tukeviin kerroksiin. Puu voi lujittaa kiinnittymisen avulla penkereen pintakerroksia.	Positiivinen
7. Puiden paino kuormittaa maapengertä lisäämällä vertikaalisesti ja penkereen mukaisesti alaspäin suuntautuneita voimia.	Negatiivinen/ Positiivinen
8. Kasvillisuus saattaa penkereen alttiiksi tuulesta johtuville dynaamisille voimille.	Negatiivinen
9. Juuret sitovat maapartikkeleita penkereen pintaosissa ja lisäävät maaperän karkeutta, joka vähentää maaperän herkkyyttä eroosiolle.	Positiivinen

Liite 3 Kemijoen maapadoilla kasvavien puiden juuriston rakenteesta 1984. (Havas ja Viitala 1984)

Taulukko 8. Yli metrin etäisyydellä vedenpintatasosta 65.50 m kasvavista näytepuista tehdyt havainnot juuristosta.

Myllyoja

haapa n:o 1 ei vertik. juuria
pinnanmyötäin, juuristo

Hiidenoja

koivu n:o 1 ei paalujuurta,
mutta sivuille suunt.
juurien vertikaaliset
haarat n. 70 cm syv.

Kolvanoja

koivu n:o 1 ei vertik. juurta
juuret n. 10 cm syv.

koivu n:o 2 paalujuuri n. 100 cm

koivu n:o 2 ei vertik. juurta
juuret n. 10 cm syv.

mänty n:o 1 paalujuuri 30 cm

koivu n:o 3 ei vertik. juurta
juuret n. 10 cm syv.

mänty n:o 3 paalujuuri 30 cm

koivu n:o 1 paalujuuri 46 cm

mänty n:o 2 paalujuuri 65 cm

mänty n:o 3 paalujuuri 84 cm
yksi sivujuuri, josta
alaspäin suunt. juuria
n. 100 cm syvyyteen
9 kpl

haapa n:o 1 ei vertik. juurta
juuret n. 5-10 cm syv.

raita n:o 1 vertik. juuri on
58 cm (katk.)

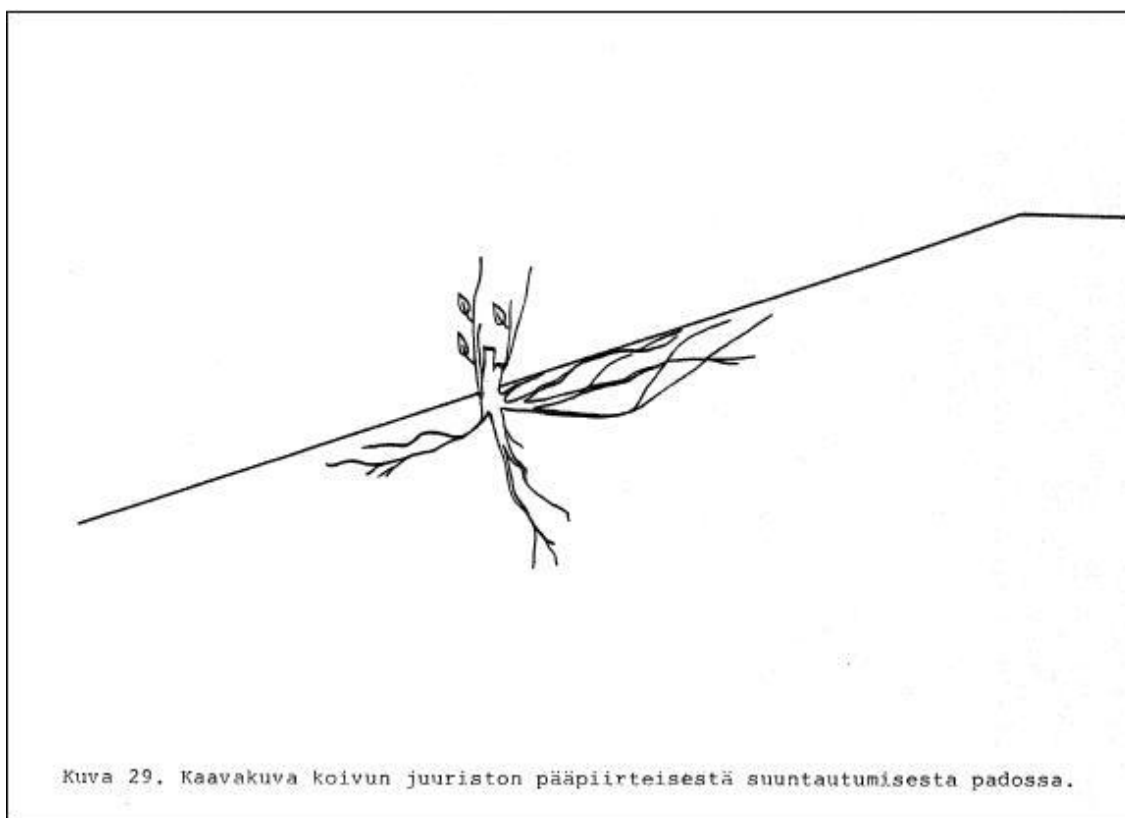
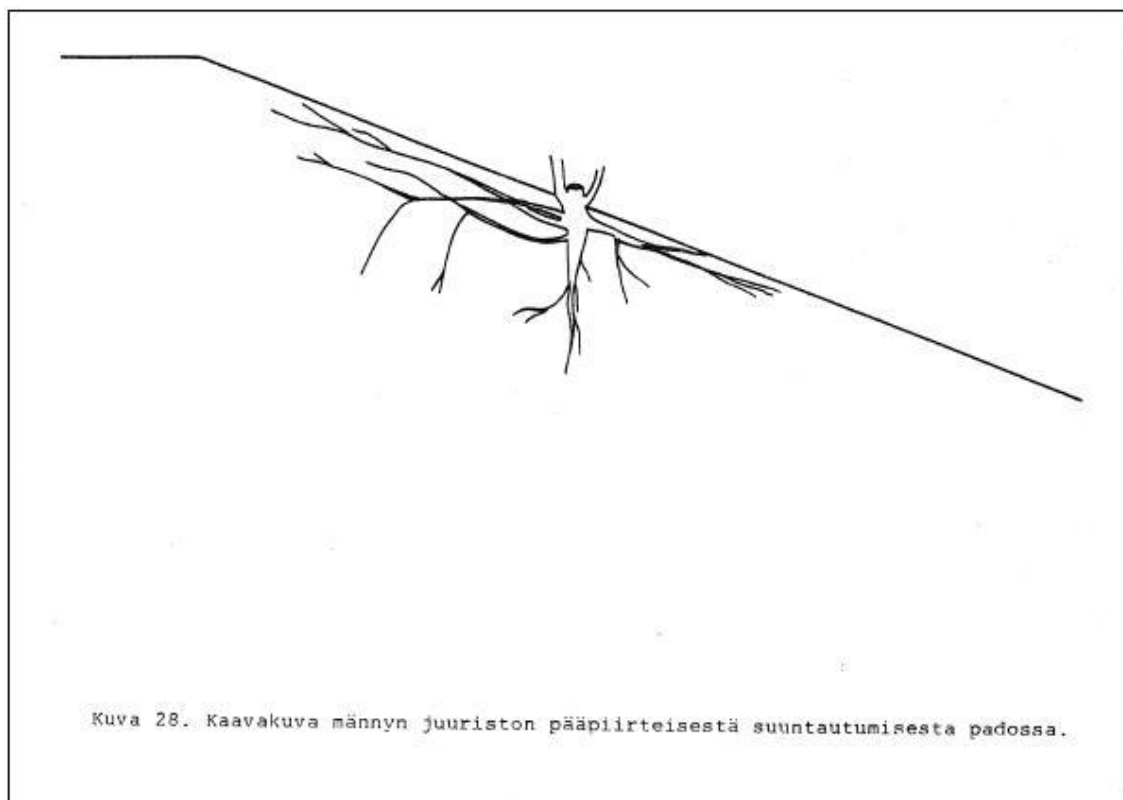
Prokonoja

mänty n:o 1 paalujuuri 29 cm

mänty n:o 2 paalujuuri 86 cm

mänty n:o 3 paalujuuri 116 cm

leppä n:o 1 juuret korkeint.
n. 80 cm syvyydessä
(kuten muillakin)



Liite 4 Imatran voimalaitoksen tutkimus maapatojen puuston vaarallisuudesta, kuvat puiden juurien kaivuista (Leskelä 1988, liitekuvat).



Kuva1. Keskellä kaadettava mänty 2.



Kuva2. Puun 2. juuristoa.



Kuva 3. Puun 2. poistosta aiheutunut kuoppa.



Kuva 4. Kaadettava mänty 3.



Kuva 5. Kaadettu puu 3.



Kuva 6. Puun 3. juuristoa.



Kuva 7. Puun 3. poistosta aiheutunut kuoppa.



Kuva 8. Kaadettava mänty 5.



Kuva 11. Kaadetun puun 5. juuristoa.

Liite 5 Eläinten aiheuttamat ongelmat maapadoilla. (FEMA 2005a)

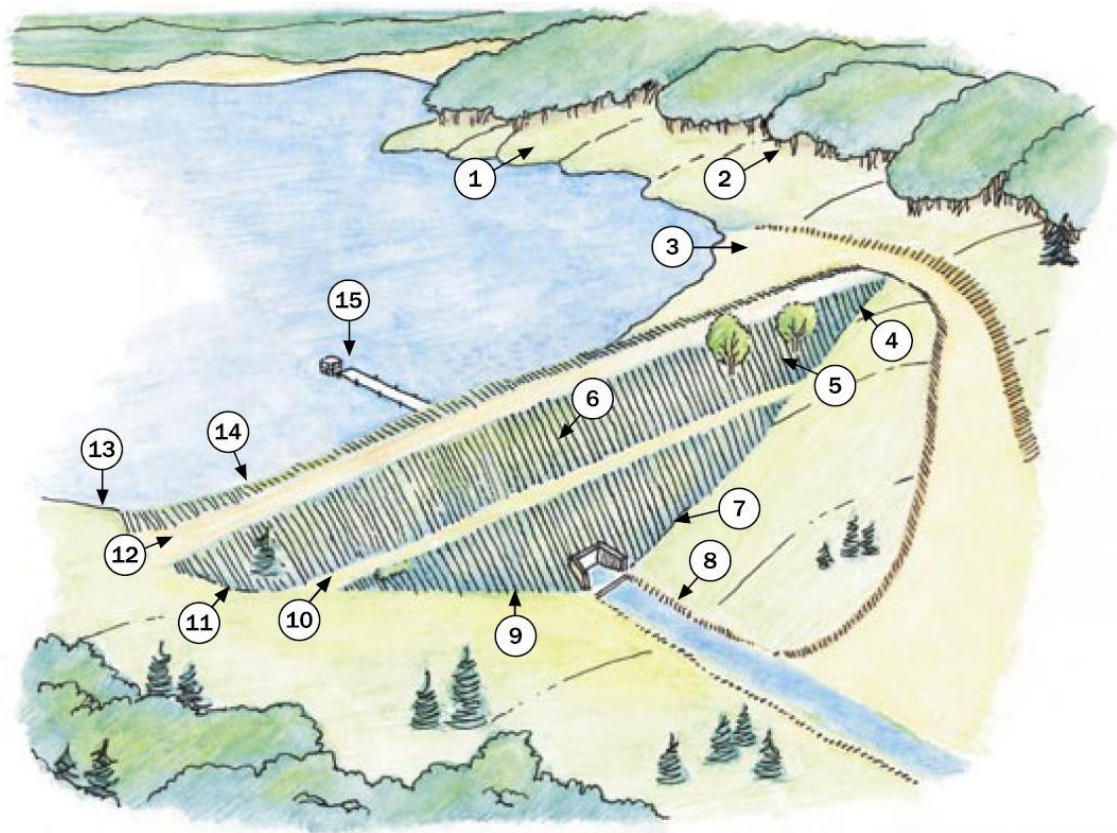


Figure 3-2. The Earthen Dam from Biological and Engineering Perspectives.

1. **Upland Areas.** Many species live in the upland areas, away from the water. Even the downstream slope, abutments, and groin areas of the dam can be considered upland in terms of habitat.
2. **Forest Fringe.** The zone between two environments (the edge) is the best place to observe those species living at and around the dam. The more habitat types at the dam, the greater number of species likely to inhabit the dam. Mountain beaver or armadillo prefer forested/wooded areas.
3. **Emergency Spillway.** Beaver often dam the spillway, causing the pond water levels to rise.
4. **Left Abutment contact.**
5. **Inappropriate Vegetation on Embankment.** Many dams contain vegetation other than mowed grass. Improper vegetation provides cover and food supply, which encourage animals to inhabit the dam.
6. **Downstream Slope.** This area is often the location where groundhogs, coyote, and fox excavate burrows. Canada geese will feed on the downstream slope, which could cause loss of protective vegetative cover and associated erosion. Species that prefer upland areas could be found in this area.
7. **Left Groin.**
8. **Discharge Conduit and Outlet Channel.** Beaver can dam the outlet structure. Aquatic species may inhabit this area depending on water flow and availability of vegetation.
9. **Toe of Embankment and right groin.**
10. **Erosion Pathways on the Embankment.** Livestock traverse the embankment creating erosion pathways.
11. **Right abutment contact.**
12. **Crest.** Livestock traverse the crest which creates ruts. The ceilings of beaver and muskrat burrows in the upstream slope are often just below the dam crest.
13. **Aquatic Fringe.** The zone where the bank meets the pond usually contains aquatic vegetation preferred by many animals such as nutria.
14. **Upstream Slope.** Beaver, muskrat, and nutria prefer the upstream slope for burrow excavation. Alligators, otters, and turtles usually live in the shallow waters near the upstream slope.
15. **Principal Spillway (with riser and trash rack).** Beavers can block principal spillways by constructing dams.

Liite 6 Kyselykaavake.

HÄMEEN
YMPÄRISTÖKESKUS

30.9.2009

Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutus maapatoihin ja tulvapenkereisiin

Tämä on kyselytutkimus, jonka tarkoituksena on selvittää kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutuksia maapatojen ja tulvapenkereiden patoturvallisuuteen Suomessa.

Uusi patoturvallisuuslaki tulee voimaan 1.10.2009. Uudessa laissa patoa koskevat säädökset koskevat myös tulvapenkereitä. Patoturvallisuusopas on tarkoitus julkaista uuden lain ja patoturvallisuuskäytäntöjen tueksi. Tämän kyselyn tuloksia hyödynnetään mm. uuden patoturvallisuusoppaan suunnittelussa ja Hämeen ympäristökeskuksessa työskentelevän Milla Saarisen diplomityön tukena. Diplomityön aiheena on kasvillisuuden ja luvattomien toimenpiteiden vaikutus maapatoihin.

Kysely on lähetetty maapatojen ja tulvapenkereiden omistajille ja niiden parissa työskenteleville asiantuntijoille. Mikäli postituslistalta teidän mielestänne puuttuu tärkeitä asiantuntijoita, sijaisia tai muita asianosaisia, toivomuksena on, että kysely lähetetään eteenpäin näille postituslistasta puuttuville henkilöille.

Kyselytutkimuksella kerätään tietoa ja mielipiteitä alan käytännön toimijoilta. Tarkoitus on selvittää millaisia kokemuksia käytännön toimijoilla on kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutuksista maapadoilla ja millaisia toimenpiteitä nämä ovat aiheuttaneet.

Tarvittaessa tulokset voidaan käsitellä ja raportoida anonymieinä.

Pyydämme lähettämään vastaukset kuukauden kuluessa, viimeistään 31.10.2009 mennessä osoitteeseen milla.saarinen@ymparisto.fi

Lisätietoa kyselystä antavat:

Milla Saarinen (puh. 040 869 8051 / milla.saarinen@ymparisto.fi)

Timo Majjala (puh. 040 740 7568 / timo.majjala@ymparisto.fi)

Kiitos etukäteen merkittävästä avusta.

1. Taustatietoja

Vastaaajan yhteystiedot ja yritys/organisaatio ketä edustat

Padon/patojen nimet, sijainnit ja tyyppi

2. Kasvillisuus

Millaisiin puiden ja kasvien aiheuttamiin ongelmiin olette törmänneet maapatonne

a. kuivalla luiskalla?

b. märällä luiskalla?

c. harjalla?

d. salaojissa tai niiden ympäristössä?

e. muualla padon ympäristössä?

Miten näihin ongelmiin on reagoitu? Mitä toimenpiteitä ongelmat ovat aiheuttaneet?

Mitkä puu- ja kasvilajit ovat erityisesti tuottaneet ongelmia maapadollanne?

Kuinka usein maapadollanne poistetaan kasvillisuutta? Miten pidätte huolta maapadolla kasvavasta kasvillisuuden?

3. Eläimet

Millaisiin eläinten aiheuttamiin ongelmiin olette törmänneet maapadon

a. luiskilla ja harjalla?

b. salaajissa tai niiden ympäristössä?

c. muualla padon ympäristössä?

Miten näihin ongelmiin on reagoitu? Mitä toimenpiteitä ongelmat ovat aiheuttaneet?

Mitkä eläinlajit ovat erityisesti tuottaneet ongelmia maapadollanne?

4. Luvattomat toimenpiteet

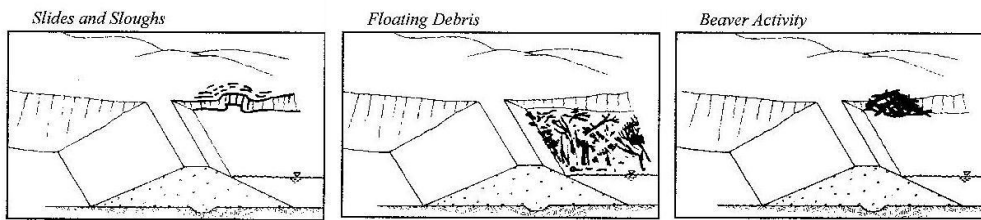
Millaisiin luvattomien toimenpiteiden aiheuttamiin ongelmiin maapadoillanne on törmätty? (esim. veneenlaskupaikat, putkien ja kaapelien kaivut, raskas kuljetus tai muu liikennöinti)

Miten näihin ongelmiin on reagoitu? Mitä toimenpiteitä ongelmat ovat aiheuttaneet?

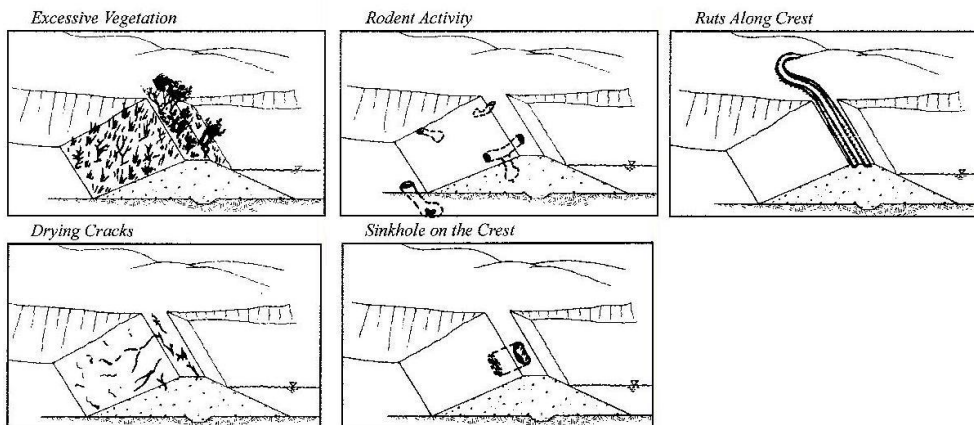
5. Muita aiheeseen liittyviä kommentteja ja ajatuksia

Liite 7 Maapatojen vaurioihin johtavia ongelmia. (British Columbia 1998)

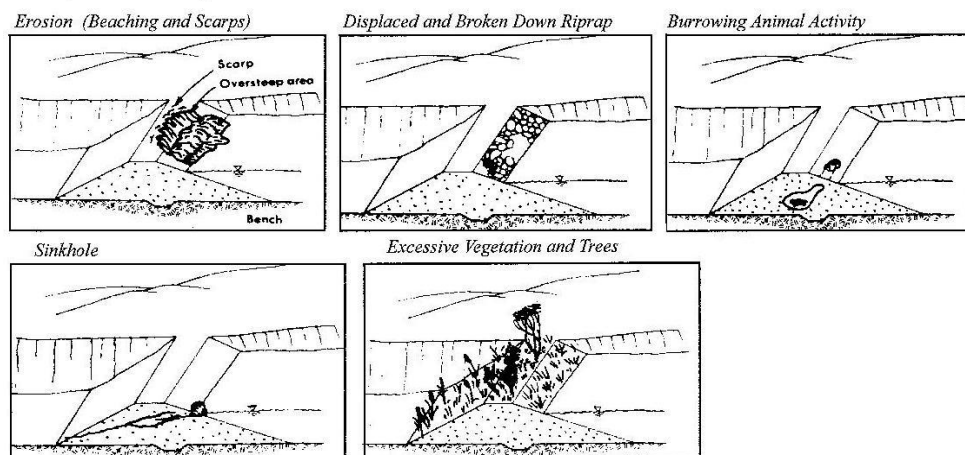
1. Reservoir Problems



2. Crest Problems



3. Upstream Slope Problems



4. Downstream Slope Problems

