

4. SILVOLAN TEKOALTAAN PATOMURTUMA-AALTO-LASKENTA: 1. PADON LÄHIALUE

4.1 Laskentatapaukset (alustavat ja lopulliset)

Taulukoissa 3.4 ja 3.5 on esitetty patomurtuma-analyysissä käytettyjä laskentatapauksia. Vahingonvaarojen yksillöllistä kartoitusta varten on ulotettu neljä tapausta ALUE 1 alapuolelle saakka. Tapauksia on käytetty murtumatapausten ja murtumatulvien vaikutusten esitykseen 9.3. pidetyssä kokouksessa, jossa päätettiin ALUE 1:n lopulliset laskentatapaukset (9 kpl) ja valittiin ALUE 2 käsittävät laskentatapaukset (4 kpl).

Taulukko 4.1 ALUE 1:n alustavat tulva-aaltolaskentatapaukset

No	Silvolan altaan vedenpinta		Murtuma tyyppi (taulukko 15)	Vantaan	
	Koodi	N60+m		Koodi	Qref (m ³ /s)
1	HW	42.86	MURT 1HW	MQ	13-14
2	HW	42.86	MURT 2HW	MQ	13-14
3	HW	42.86	MURT 3HW	MQ	13-14
4	NW	42.86	MURT 4HW	MQ	13-14

Laskentatapaukset esitetään seuraavasti:

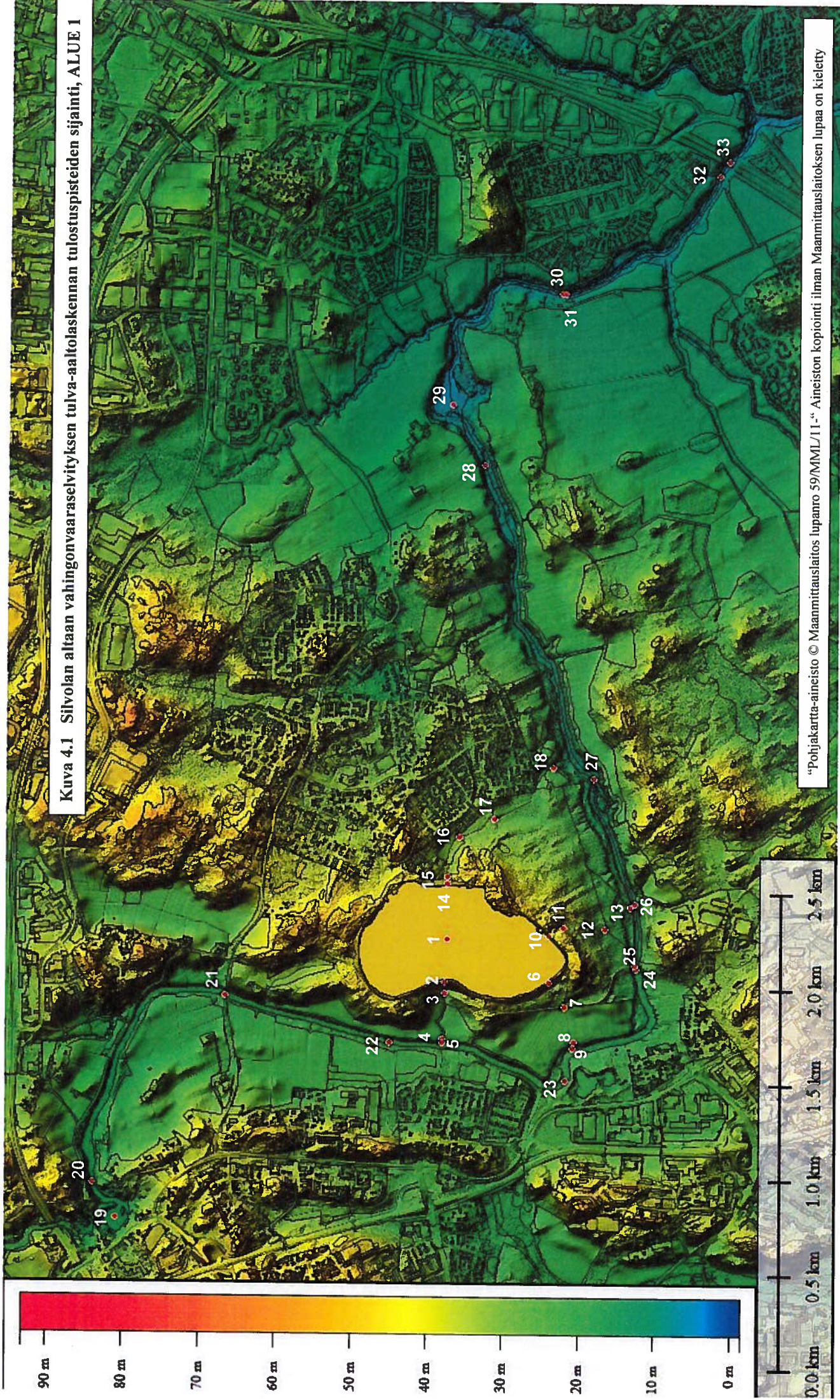
- Laskentatapausten esittelyn ja vertailun helpottamiseksi on kehitetty 33 kiinteisiin tulostuspisteihin sidottu taulukkojärjestelmää. Järjestelmään kuuluvat pisteiden paikkatiedot ja selostukset on taulukossa 17. Tulostuspisteiden sijainti on myös esitetty kuvassa 10.
- Jokaisessa pisteessä esitetään 6 minuutin aikavälein seuraavia laskentatietoja:
 - Virtaama Q (m³/s) qx ja qy
 - Vedenpinta W N₆₀ +m
 - Vedensyvyys D (m)
 - Maksimivirtausnopeus v (m/s)
 - Maksiminopeusvektorin suunta asteena, kun Pohjoissuunta on 0/360 astetta
 - Vahinkoparametri VAHPARA= $v \cdot D$ (m²/s)

Neljän laskentatapausten tulostaulukot on koottu liitteeseen

- Mallilaskennan tulokset esitetään maksimi vedenpinnan peittävyyskarttoina, joissa syvyysalueet on merkattu. Karttasarjat voidaan täydentää myös VAARAPARAMETRIN alueita esittäville kartoilla.
- Laskentatapaukset, joilla toisistaan poikkeavat tulva-aallon etenemisopeudet on laadittu tulvan kulkua esittävinä karttoina. Alueelle 1 esitämme suurten tulva-aallon etenemisnopeuksien takia käytettäväksi etenemisaikoja $T_0+0.25h$, $T_0+0.50h$, $T_0+0.75h$, $T_0+1.00h$, $T_0+1.25h$, $T_0+1.50h$, $T_0+2.00h$ ja tarvittaessa jatko patoturvallisuusoppaan mukaan.

Taulukko 4.2 LASKENNAN HYDROGRAAFITAULUKOIDEN TULOSTUSPISTELUETTELO ALUE 1, Murtuma-analyyssiä ja virtaamavertailua varten

Juokseva No:	Osa-alue		Tulosus-kohte No:	nimi ja seloste	Tulostuskohteen koodinaatit		Tul.koht. korkeus kork.malli N60+m	Virtaama-vertailu Q (m3/s)	Yleis-vertailu No:
	No:	nimi			YKJ x	YKJ y			
1	SILVOLA	Altaan keskellä	SIL.01	Altaan keskeltä vedenpinnan kork.	3383661	6686984	26.00		SILVOLA
2	Murt1	Pato I ja murtumakohde 1	Murt1.01	Padon harja, Pato-PL 7+50	3383435	6687001	44.67		
3			Murt1.02	Padon juuri, huoltotie	3383380	6686997	25.95		
4			Murt1.03	Maasto, h.tien ja Vantaanj. Valjilla	3383142	6687011	20.75		1
5			Murt1.04	Vantaanj.luiskapuron pohja	3383123	6687014	17.04		
6	Murt2	Pato I ja murtumakohde 2	Murt2.01	Padon harja, Pato-PL 13+60	3383437	6686448	44.68		
7			Murt2.02	Padon juuri, huoltotie, aidan nurkka	3383309	6686366	25.08		
8			Murt2.03	Vantaanjoen luiskan yläpuoli	3383124	6686318	22.32		2
9			Murt2.04	Vantaanjoen luiskan alapuoli	3383097	6686326	17.85		
10	Murt3	Pato I ja murtumakohde 3	Murt3.01	Padon harja, Pato-PL 16+73	3383681	6686447	44.66		
11			Murt3.02	Metsä / aita	3383727	6686373	35.69		
12			Murt3.03	Korkeajännitelinjan nurkkapylväs	3383721	6686155	25.73		
13			Murt3.04	Vantaanj. Luiskan yläp./Putkisilta	3383836	6686023	19.15		3
14	Murt4	Pato II ja murtumakohde 4	Murt4.01	Padon harja, Pato-PL 0+90	3383952	6686988	44.75		
15			Murt4.02	Padon juuri, aita ja ojan alku	3383989	6686985	29.42		
16			Murt4.03	Ylästön urheilukentän idänp./oja	3384199	6686923	28.16		
17			Murt4.04	Polku / oja	3384294	6686742	27.50		
18			Murt4.05	Oja / Jokitie	3384566	6686428	20.30		4
19	VJ01	Vantaanjoki 01	VJ01.01	VJ176+00Vantaankosken alavesi	3382190	6688726	14.04		
20		Vantaankoski-Ylästöntiensilta	VJ01.02	VJ173+56 Mustakosken KL-silta kesk.	3382377	6688846	15.47		
21			VJ01.03	VJ158+50 Ylästöntiesillan kesk.	3383361	6688151	13.44		5
22	VJ02	Vantaanjoki 02	VJ02.01	Vantaanjoki PL 150+00	3383120	6687289	12.75		
23		Ylästöntiensilta-Putkisilta	VJ02.02	Vantaanjoki PL 140+00	3382926	6686364	12.25		
24			VJ02.03	Vantaanjoki PL 130+70, VL pato	3383511	6685991	12.56		6
25			VJ02.04	Vantaanjoki PL 130+55, Silv.silta	3383531	6685994	13.86		
26			VJ02.05	Vantaanjoki PL 127+40, Putkisilta	3383850	6685998	14.32		
27	VJ03	Vantaanjoki 03	VJ03.01	Vantaanj. PL120+00, Pitkäkoski alap.	3384509	6686213	9.63		
28		Putkisilta-V. Tuusulantiesilta	VJ03.02	Vantaanj. PL102+00, Ruutinkoski yläp.	3386152	6686800	7.52		
29		ennen Keravanjoen tuloa	VJ03.03	Vantaanj. PL98+60, Ruutinkoski alap.	3386469	6686972	5.62		
30			VJ03.04	Vantaanj. PL86+84, Niskalan KL-silta	3387056	6686398	1.97		7
31			VJ03.05	Vantaanj. PL86+65, Niskalan SI alap.	3387056	6686377	0.92		
32			VJ03.06	Vant. j. PL76+00 Tuusulan väylän yläp.	3387678	6685569	2.44		
33			VJ03.07	Vant. j. PL75+00 Tuusulanväylän silta	3387753	6685523	2.20		8

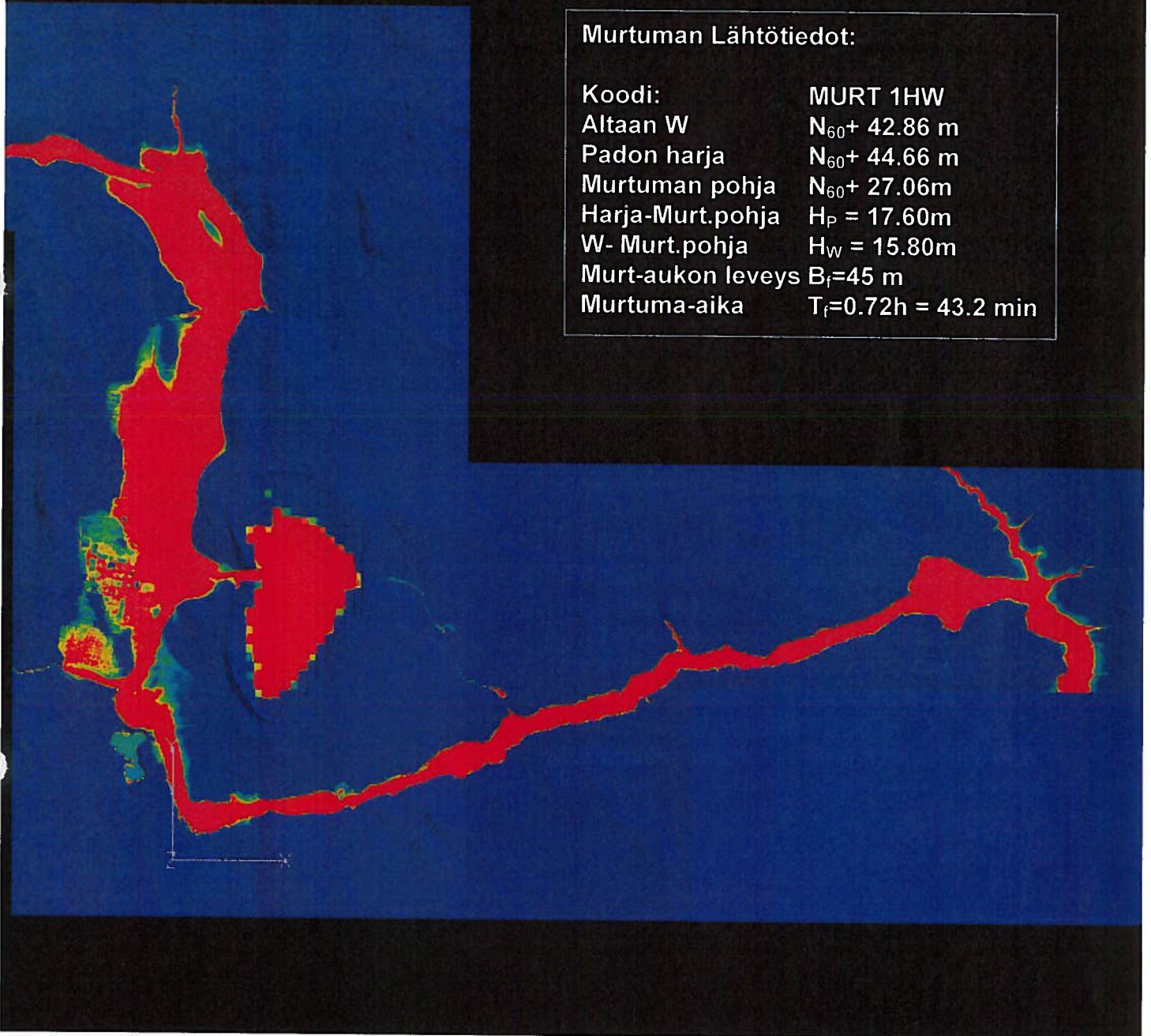


Kuva 4.1 Silvolan altaan vahingonvaaraselvityksen tulva-aaltolaskennan tulospisteiden sijainti, ALUE 1

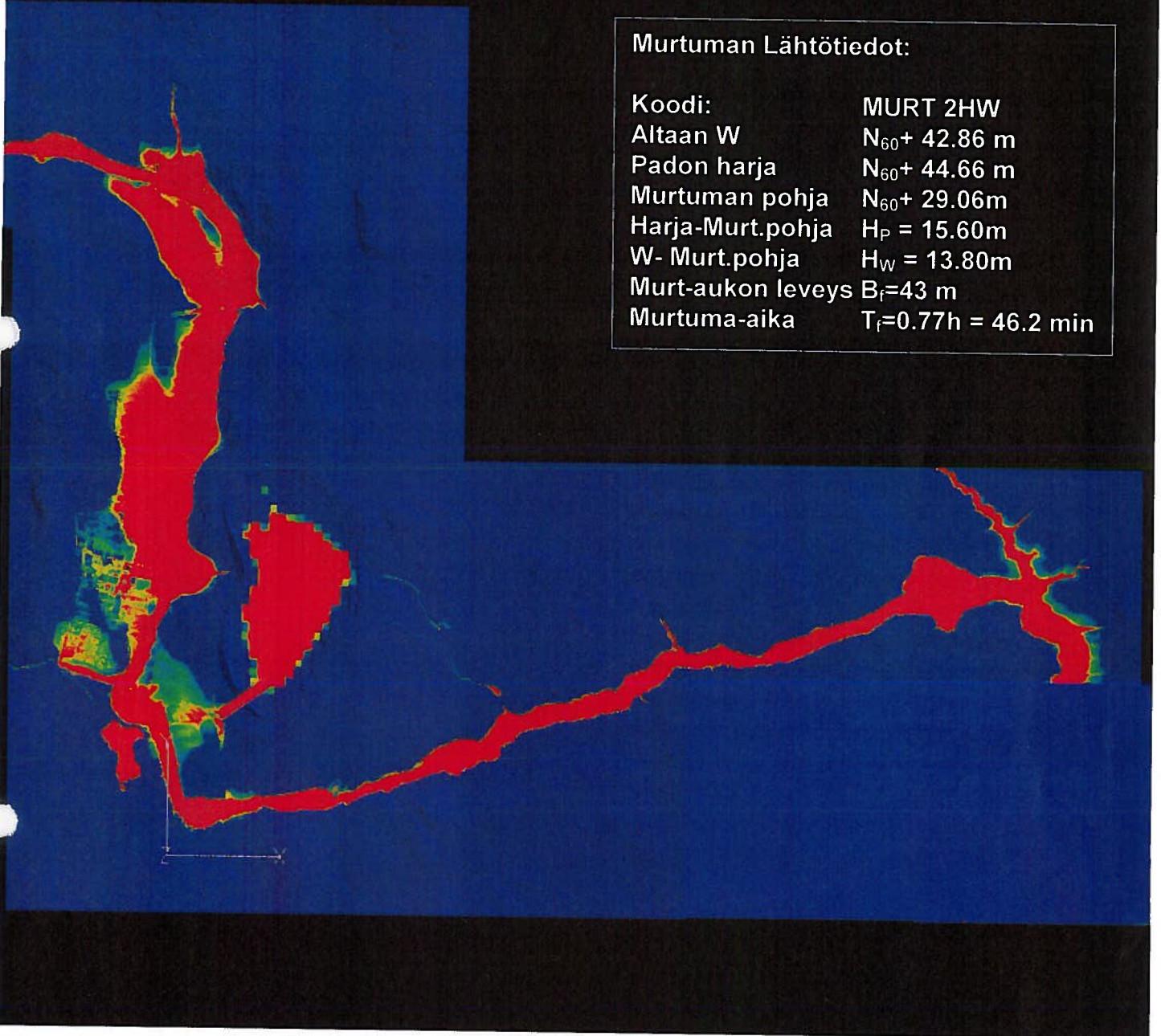
4.2 Laskentatulokset Alue 1, Silvolan tekojärvi- Ruutinkoski "MQ"

4.2.1 Silvolan altaan vedenpinta HW tasossa N60+ 42.86m (4 murtumatapausta)

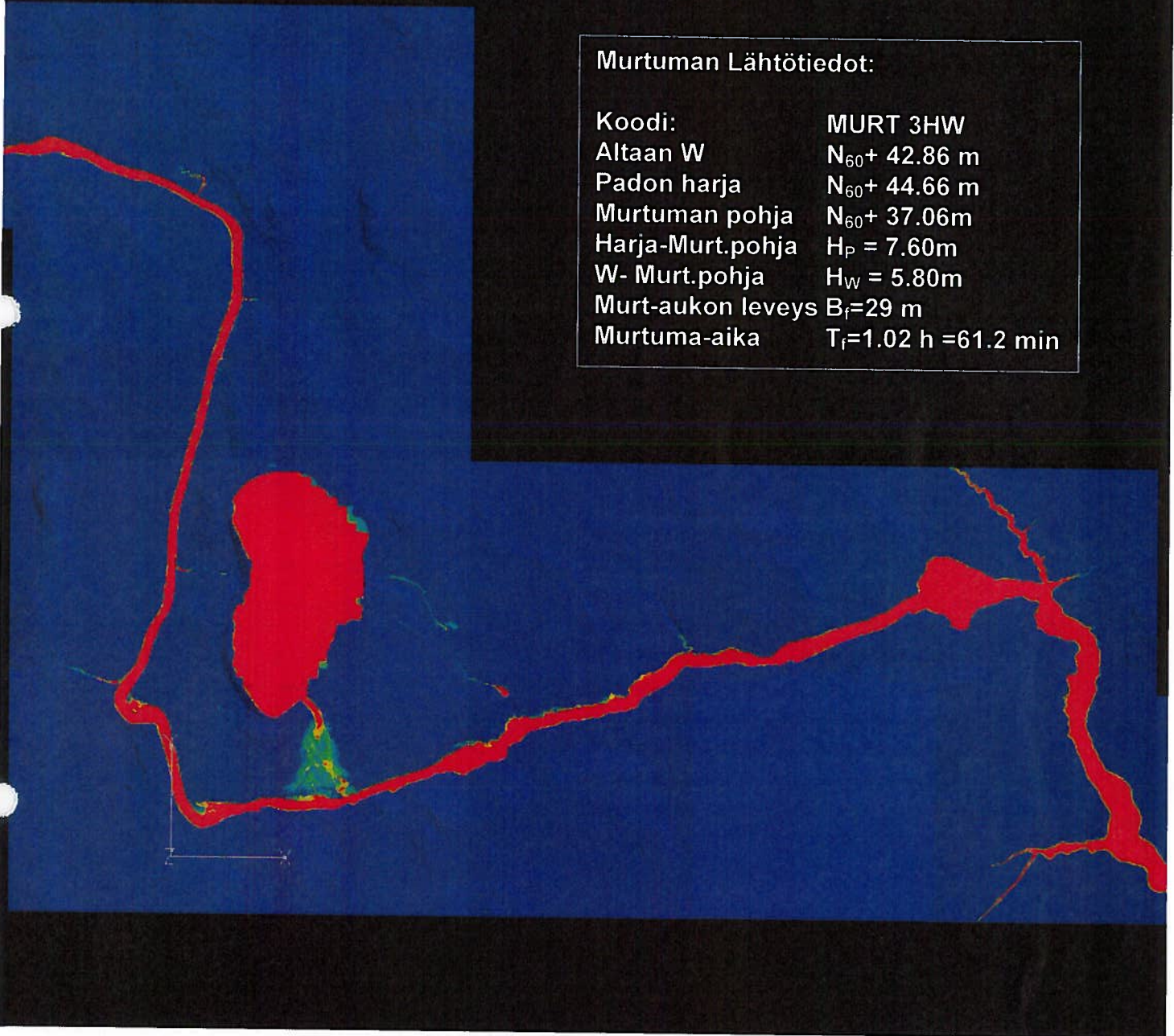
Kuva 4.2 Patomurtumatulvan eteneminen ja tulvan leviäminen Silvolan pato I:n murtumakohta 1:n alapuolella. Ajankohta To+1.0 h murtuman alkamisesta



Kuva 4.3 Patomurtumatulvan eteneminen ja tulvan leviäminen Silvolan pato I:n murtumakohta 2:n alapuolella. Ajankohta To+1.1 h murtuman alkamisesta



Kuva 4.4 Patomurtumatulvan eteneminen ja tulvan leviäminen Silvolan pato I:n murtumakohta 3:n alapuolella. Ajankohta To+1.2 h murtuman alkamisesta



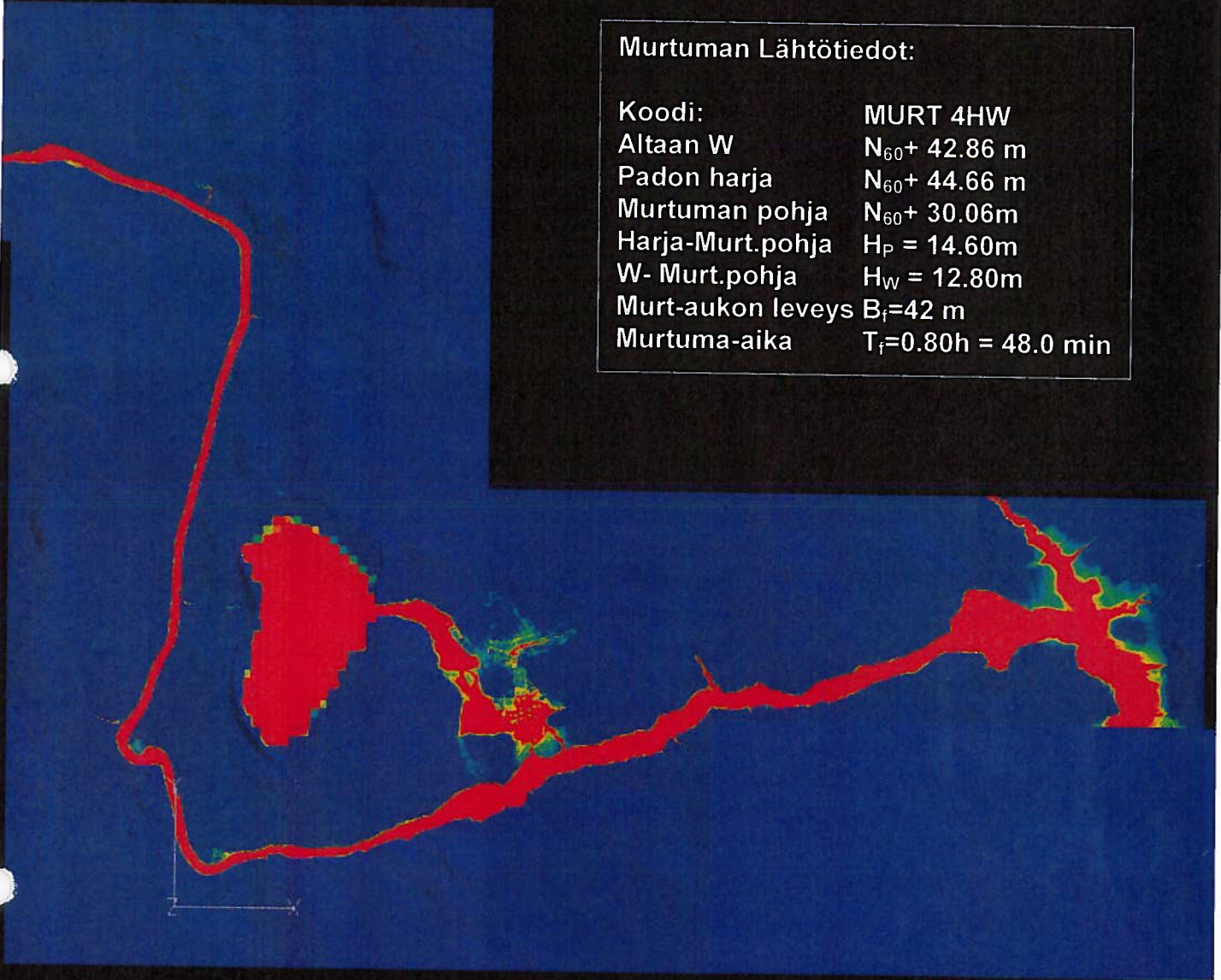
Murtuman Lähtötiedot:

Koodi:	MURT 3HW
Altaan W	N ₆₀ + 42.86 m
Padon harja	N ₆₀ + 44.66 m
Murtuman pohja	N ₆₀ + 37.06m
Harja-Murt.pohja	H _P = 7.60m
W- Murt.pohja	H _W = 5.80m
Murt-aukon leveys	B _f =29 m
Murtuma-aika	T _f =1.02 h =61.2 min

Kuva 4.5 Patomurtumatulvan eteneminen ja tulvan leviäminen Silvolan pato II:n murtumakohta 4:n alapuolella. Ajankohta To+1.2 h murtuman alkamisesta

Murtuman Lähtötiedot:

Koodi:	MURT 4HW
Altaan W	$N_{60}+ 42.86$ m
Padon harja	$N_{60}+ 44.66$ m
Murtuman pohja	$N_{60}+ 30.06$ m
Harja-Murt.pohja	$H_P = 14.60$ m
W- Murt.pohja	$H_W = 12.80$ m
Murt-aukon leveys	$B_f=42$ m
Murtuma-aika	$T_f=0.80$ h = 48.0 min



4.2.2 Laskentatulosten vertailu ja tapausten valinta MALLIALUE 1:n täydentämistä varten

Patomurtumaskenaariot	Patojen lähialue Allas-Vantaanjoen luiskaa	Mallialue 1 Allas-Vantaankoski (Myllykoski)-Ruutin- koski	Mallialue 2 Ruutinkoski- Keravanjoen yhtymäkohta- Vanhankaup.k.-
-----------------------	--	--	--

Alustava analyysi eri murtumamallitusvaihtoehdoista sisältäen alue 1

Lopullinen patomurtuma-analyysi *(murtuma-analyysin muokostaminen)*

Murt 1- $W_{allas}+42.86$	7 murtumaoletusta Vain murtuma-analysointi ei vahinkojen määrittelyä
Murt 2- $W_{allas}+42.86$	
Murt 3- $W_{allas}+42.86$	
Murt 4- $W_{allas}+42.86$	
Murt 1- $W_{allas}+41.06$	
Murt 2- $W_{allas}+41.06$	
Murt 4- $W_{allas}+41.06$	

Analyysin laskenta voidaan yhdistää Alue 1:n laskennan kanssa

Vantaanjoen ja Keravanjoen lähtövirtaamat

MQ	Mallialueiden 1 + 2 vedenpintojen määrittely	MQ-keskivirtaamatilanteessa
HQ _{1/50}	Mallialueiden 1 + 2 vedenpintojen määrittely	HQ _{1/50} -tulvatilanteessa

Alue 1-laskenta *tulva-aalto*

Murt 1- $W_{allas}+42.86-MQ$	7 murtumaoletuksen vaikutukset alueella 1: virtaamat, vedenpinnat, veden syvyydet virtausnopeudet ja vahinkoparametrit Taustatiedot vahinkojen määrittelyä varten ja tulvakarttojen laatimista varten
Murt 2- $W_{allas}+42.86-MQ$	
Murt 3- $W_{allas}+42.86-MQ$	
Murt 4- $W_{allas}+42.86-MQ$	
Murt 1- $W_{allas}+41.06-MQ$	
Murt 2- $W_{allas}+41.06-MQ$	
Murt 4- $W_{allas}+41.06-MQ$	

Murt 1- $W_{allas}+42.86-HQ_{1/50}$
Murt 4- $W_{allas}+42.86-HQ_{1/50}$

Kuva 4.6 Silvolan tekoaltaan vahingonvaaraselvityksen ALUE 1:n lopullisen tulva-aaltolaskennan tietokoneajot

4.3 Lopulliset laskentatulokset

4.3.1 Valitut lähtövirtaamatilanteet

Lähtövirtaamatilanteena käytetään Vantaanjoen ja Keravanjoen keskivirtaamatilannetta ja HQ₅₀ tulvatilannetta. Keskivirtaamatilanteen osalta ei käytettävissä ollut valmiita laskentatietoja, kuten HQ₅₀ tulvan osalta. Käytettävissä oli lähtöaineistona Uudenmaan ELY-keskuksen ympäristösektorin (DI Olli Jaakonaho), Vantaanjoen yksityiskohtaisen tulvavaarakartoituksen HEC-Ras mallin syöttödata ja laskennan päätulostukset. Korkeusmallissa oli jokiuomien vedenpinnan korkeus tulostettu ”uoman pohjana”, koska laserkeilaus ei läpäise vettä ja heijastuu vedenpinnalta.

Vantaanjoen tulovirtaamien paikat on määritelty taulukossa 5 ja Vantaanjoen virtaamat eri tulvatodennäköisyydellä ja niistä laskettuja sivutulovirtaamia käytettiin Vantaanjoen yksityiskohtaisen tulvavaarakartoituksen pohjalta Taulukko 6.

Tulvavirtaamille on käytettävissä HEC-Ras tuloksena määritetyille joki pl:numeroille eri tulvien laskennalliset vedenkorkeudet koko projektialuetta kattavana (liite 5.3). Aineistoa käytettiin mallin lähtövirtaamatilanteiden verifiointiin!

HEC-Ras mallista irroitettiin jokiuomien karkeuskertoimet (liite **):

Vantaanjoki:

Tasaisilla uomajaksoilla Manning ”n”-luvut oli 0.029-0.0316

Koskijaksoissa Manning ”n”-luvut oli 0.0582-0.0499-0.0399-0.0374

Keravanjoki:

Tasaisilla uomajaksoilla Manning ”n”-luku oli 0.04

Koskijaksoissa Manning ”n”-luvut oli 0.06-0.075

Otettiin huomioon, että 2m malliruudukon takia pohjan epätasaisuudet ja uoman mutkittelun osuus virtaushäviöistä otetaan huomioon malligeometrian kautta ja mallin käyttämä Mannin ”n” koskee ainoastaan uoman pohjan karkeutta.

Uomien osalta käytettiin Manning ”n” 0.03

Keskivirtaaman (MQ) lähtövirtaamatilanne:

Korkeusmallin ”vedenpinnan” käytön mahdollisuus keskivedenpintaan rinnastettavana selvitettiin. Etuna sen käytölle oli, että laskentamallilla oli uomien osilta kaikille soluille valmis arvo annettavissa. Virtaaman tasapainotilanteen saavuttaminen osoittautui kuitenkin uomissa olevien koskijaksojen ja alapuolisen reunaehdon takia vaikeaksi. Kehitettiin uoman virtaama täyttämällä uoma kuivasta pohjasta alkaen ja tasapainotettu lähtövirtaamatilanne säilytettiin kaikkien uomaverkon solujen osalta ja kaikki mallilaskennan häiriöttömän jatkolaskennan osalta tarvittavien parametrien osalta (hotstart). Tällä menetelmällä aikaan saatu vedenpinta on n.0.1 m tarkuudella sama kuin edellä mainittu korkeusmalli ”MQ”.

Tulvavirtaaman (HQ₅₀) lähtövirtaamatilanne:

Tulvavirtaaman vedenpinnan mallitaso saavutettiin jatkamalla em. MQ:n lähtövirtaamalaskentaa tulvavirtaamalla. Tasapainotilanteen jälkeen verrattiin laskentatulosta HEC-Ras mallitulokseen. Verifiointien keskimääräinen poikkeama on 0.10m ja maksimi 0.20m

Lähtövirtaamatilanteet pidetään riittävän tarkkoina huomattavasti suuremman patomurtuman huippuvirtaamien takia.

4.3.2 Laskentatulosten esitys (9 laskennan päätulokset taulukoissa)

Täydelliset laskentatulokset on koottu sähköisenä muotona taustaraportin liitteeseen 6. Aineiston sisältö on seuraava:

- txt ja Excel hakemistoja sisältävät taulukot, tämän raportin kpl 2.4.4:ssa esitettyssä formaatissa.
- Animaatiota mpg formaatissa.
- XYZ tulostukset tulvakarttoja varten. Alue 1:n laskenta käytti 16 á 1 km²:n kokoisia ruutuja joiden mukaan tulokset sai perusrakenteen. XYZ-aineisto on laskennan aikana tai jälkiprosessoimalla koottu aineisto, joka sisältää:
 - Murtumatulvan vedenpinnan eteneminen ajalla. Mallilaskennan tulvan etenemisen aineisto kattaa koko alueen portaattoman tulvan nousun tiedon. Nousu on määritelty alkutilanne +0.2m. Sektorointi eri saapumisaikoihin tapahtuu kartoitusohjelman avulla seuraavasti:
opat T0+0.25h, +0.50h, +0.75h, +1.00h, 1.25h, 1.50h, 2.00h
 - Murtumatulvan vedenpinnan maksimipeittävyys *opas*
 - Tulvan maksimipeittävyys ja vedensyvyyydet. Mallilaskennan korkeimman vedenpinnan aikainen vedensyvyysaineisto kattaa koko alueen portaattoman vedensyvyyden tiedot. Sektorointi eri syvyyskerroksiin tapahtuu kartoitusohjelman avulla seuraavasti:
opes D (m) = 0.0-0.5m, 0.5-1.0m, 1.0-2.0m, 2.0-3.0m ja >3m
 - Tulvan maksimipeittävyys ja maksimivirtausnopeudet. Mallilaskennan maksimivirtausnopeusaineisto kattaa koko alueen portaattoman vedennopeus-tiedon. Sektorointi eri nopeuksiin tapahtuu kartoitusohjelman avulla seuraavasti:
opai v (m/s) = 0-1 mTs, 1-2m/s, 2-3m/s ja >3m/s
 - Vahinkoparametri muodostetaan kertoamalla vedensyvyys virtausnopeudella. Vahinkoparametri on tärkeä väline eri vaara-alueiden esittämiseen kartan avulla ja myös vahinkokohteiden yksilöllisten vahingonvaarojen määrittämiseksi. Mallilaskennan vahinkoparametriaineisto kattaa koko alueen portaattomasti. Sektorointi eri vahinkoparametrialueisiin ja kokoluokkiin tapahtuu kartoitusohjelman avulla seuraavasti:
opas D*v (m²/s) = <0.3, 0.3-0.5, 0.5-1.0, 1.0-3.0, 3.0-7.0 ja >7 m²/s

Raportin kopioitavaksi tarkoitettu liiteaineisto koskee alueen 1 tärkeimmistä neljästä tulostuspaikasta koottua virtaama- ja vedenpintahydrografiaineistoa (raporttiliite 6.3).

Tulostuspaikat ovat:

- Murtuman alapuolella: MURT 1, Hyd.p.3 tai MURT 2, Hyd.p.7, MURT 3, Hyd.p.11 ja MURT 4, Hyd.p.15
- Ylästöntien silta Vantaan yli (tulva-aalto kulkee vastavirtaan) Hyd.p.21
- Pitkäkosken vedenottopato Vantaanjoessa Hyd.p.24
- ALUE 1: alavirranpuolinen raja, Ruutinkoski, yläp. Hyd.p.28

Tulostuspisteissä on koottu virtaama- ja vedenpinnanhydrografi 0.1 aikavälein ja 2 tunnin ajan. Tulva ei 2:ssa tunnissa vielä laskenut, mutta huippu on selvästi ylitetty. Yhtenäistä on kaikille 9:lle murtumatapaukselle, että tulva-aallon kulku alueen 1 läpi on erittäin nopea. Murtumatapauksissa 1 ja 2 vaikuttaa voimakkaasti vastavirtaan kulkeva aalto, joka vaimentaa alavirran purkautuvan aallon huippua, mutta pitkittää ylivirtaamien keston.

Murtumatapausten 3 ja 4 sijainti on korkealla Vantaanjoen yläpuolella eikä vastavirtaan kulkevien aaltojen vaikutukset ole mittavia vahingonvaaroja synnyttämässä. Murtama 3 on muita murtumia selvästi pienempi. Vaikka Murtuma 4 on lähtövirtaaman osalta pienempi kuin Murtumien 1 ja 2, sen eteneminen alavirran suuntaan on nopein ja huippuvirtaama suurin alue 1: alavirranpuolella.

Liite 6.3:n: Taulukkoaineiston yhteenveto on taulukossa 4.3 ja 4.4. Taulukkorakenne on suunniteltu niin, että kunkin murtumatapauksen lähtöoletusten vaikutukset tulevat esille.

**Taulukko 4.3 Eri murtumatapausten tulva-aaltojen etenemisen vertailu Alueella 1
VIRTAAMAVERTAILU**

laskentakoodi	1	Hyd.p.02,05,11,15		Hyd.p.21		Hyd.p.24		Hyd.p.28	
	2	T (h)	Q (m3/s)	T (h)	Q (m3/s)	T (h)	Q (m3/s)	T (h)	Q (m3/s)
A1-42.86-MQ-MURT 1 virtaama	1	0.05	100	0.1	5.4	0.1	18	0.25	30
	2	0.7	1870	0.7	-493			1.4	764
	3			1.8	187	1.3	803		
A1-41.06-MQ-MURT 1 virtaama	1	0.05	80	0.1	4.9	0.1	20	0.25	28
	2	0.7	1539	0.7	-368			1.4	693
	3			2.0+	164	1.1	721		
A1-42.86-HQ50-MURT 1 virtaama	1	0.05	100	0.15	0	0.15	200	0.3	190
	2	0.7	1870	0.6	-299			1.3	838
	3			2.0+	251	1.1	858		
A1-42.86-MQ-MURT 2 virtaama	1	0.05	90	0.1	5.3	0.1	18	0.3	18
	2	0.7	1578	0.6	-328			1.1	683
	3			2.0+	156	0.8	776		
A1-41.06-MQ-MURT 2 virtaama	1	0.05	50	0.2	5.5	0.15	80	0.1	20
	2	0.7	1307	0.6	-271			1.1	627
	3			2.0+	70	0.8	670		
A1-42.86-MQ-MURT 3 virtaama	1	0.1	9	0.4	7.2	0.3	19	0.3	17
	2	1.0	431	1.3	-44	1.0	-116	1.3	252
	3			2.0+	30	2.0+	13		
A1-42.86-MQ-MURT 4 virtaama	1	0.05	80	0.7	2.8	0.5	-9	0.2	16
	2	0.8	1423	1.0	-34	0.9	-122	0.9	1084
	3			2.0+	52	2.0+	44		
A1-41.06-MQ-MURT 4 virtaama	1	0.05	60	0.7	2.2	0.5	-7	0.3	26
	2	0.7	1118	1.0	-27	0.9	-96	0.9	863
	3			2.0+	41	2.0+	35		
A1-42.86-HQ50-MURT 4 virtaama	1	0.05	80	0.6	165-179= -15	0.4	179-151= -28	0.25	200
	2	0.8	1423	1.0	179-99= -70	0.9	179-24= -155	0.9	1200
	3			1.5	179	1.5	179		

- 1..... tulva-aallon kärki
2..... tulva-aallon huippu
3..... virtaaman virtaussuuntainen aalto

**Taulukko 4.4 Eri murtumatapausten tulva-aaltojen etenemisen vertailu Alueella 1
VEDENPINTAVERTAILU**

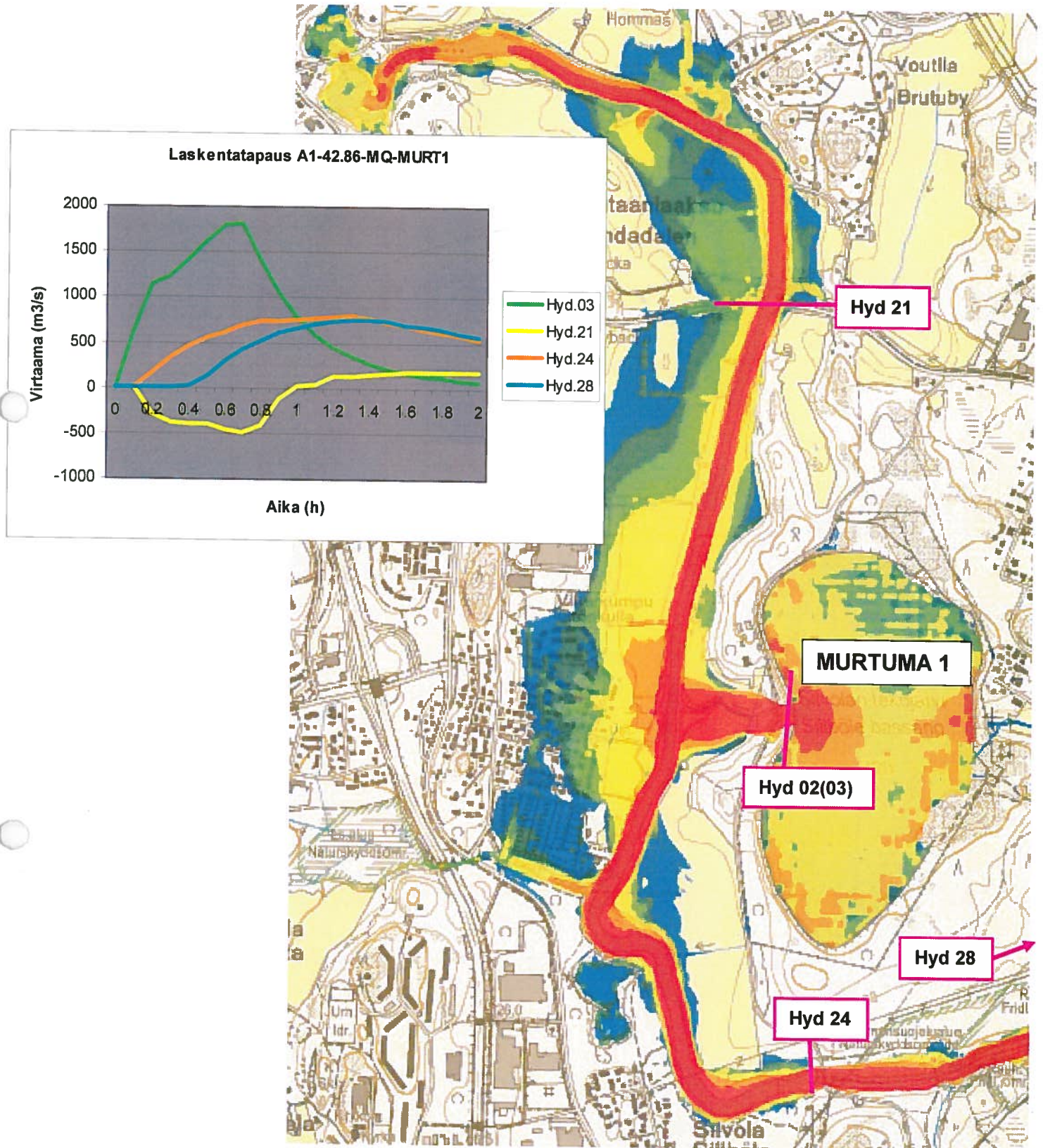
laskentakoodi	1	Hyd.p.02,05,11,15		Hyd.p.21		Hyd.p.24		Hyd.p.28	
	2	T (h)	W N60+m	T (h)	W N60+m	T (h)	W N60+m	T (h)	W N60+m
A1-42.86-MQ-MURT 1 vedenpinta	1	0.0	25.64	0.0	16.95	0.0	16.85	0.0	9.75
	2	0.7	29.21	1.0	23.09	1.1	21.56	1.3	13.48
	3	0.7	3.57	1	6.14	1.1	4.71	1.3	3.73
A1-41.06-MQ-MURT 1 vedenpinta	1	0.0	25.64	0.0	16.95	0.0	16.85	0.0	9.75
	2	0.7	28.62	1.0	22.56	1.1	21.11	1.3	13.09
	3	0.7	2.98	1	5.61	1.1	4.26	1.3	3.34
A1-42.86-HQ50-MURT 1 vedenpinta	1	0.0	25.64	0.0	19.78	0.0	18.09	0.0	11.16
	2	0.7	30.08	1.0	23.48	1.1	22.18	1.35	13.55
	3	0.7	4.44	1	3.7	1.1	4.09	1.35	2.39
A1-42.86-MQ-MURT 2 vedenpinta	1	0.0	24.78	0.0	16.95	0.0	16.85	0.0	9.75
	2	0.7	26.65	1.1	22.44	0.8	21.43	1.4	13.23
	3	0.7	1.87	1.1	5.49	0.8	4.58	1.4	3.48
A1-41.06-MQ-MURT 2 vedenpinta	1	0.0	24.78	0.0	16.95	0.0	16.85	0.0	9.75
	2	0.7	25.83	1.1	21.66	0.8	20.90	1.3	12.86
	3	1	1.32	1.55	2.27	1.5	2.19	1.55	2.28
A1-42.86-MQ-MURT 3 vedenpinta	1	0.0	35.73	0.0	16.95	0.0	16.85	0.0	9.75
	2	1.0	37.05	1.55	19.22	1.5	19.04	1.55	12.03
	3	1	1.32	1.55	2.27	1.5	2.19	1.55	2.28
A1-42.86-MQ-MURT 4 vedenpinta	1	0.0	28.09	0.0	16.95	0.0	16.85	0.0	9.75
	2	0.8	32.62	1.2	18.61	0.9	18.38	0.9	14.35
	3	0.8	4.53	1.2	1.66	0.9	1.53	0.9	4.6
A1-41.06-MQ-MURT 4 vedenpinta	1	0.0	28.09	0.0	16.95	0.0	16.85	0.0	9.75
	2	0.8	32.07	1.3	18.05	0.9	17.76	0.95	13.78
	3	0.8	3.98	1.3	1.1	0.9	0.91	0.95	4.03
A1-42.86-HQ50-MURT 4 vedenpinta	1	0.0	28.09	0.0	19.78	0.0	18.28	0.0	11.16
	2	0.8	32.62	1.2	19.99	0.9	18,85		14.51
	3	0.8	4.53	1,2	0.21	0.9	0.57		3.35

- 1..... Lähtövedenpinta (N60+m)
 2..... Tulva-aallon huippuvedenpinta (N60+m)
 3..... Vedenpinnan nousu (m)

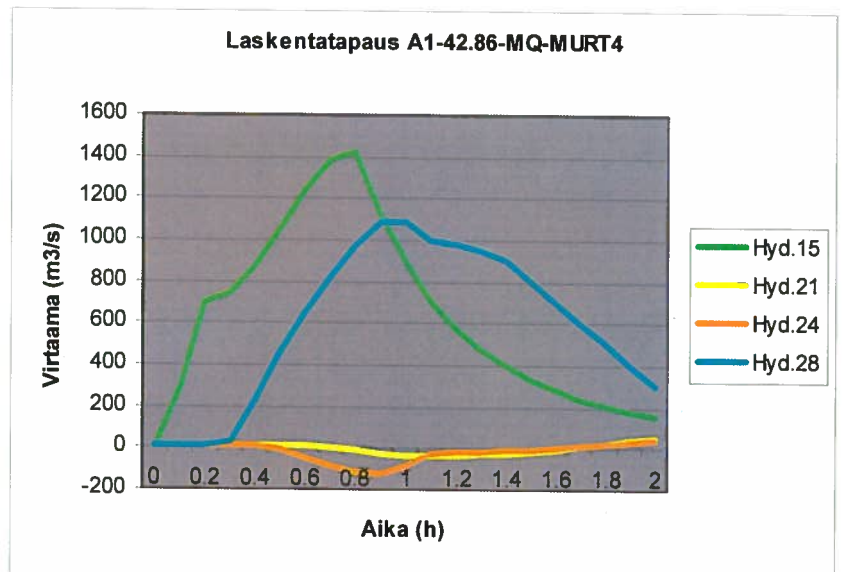
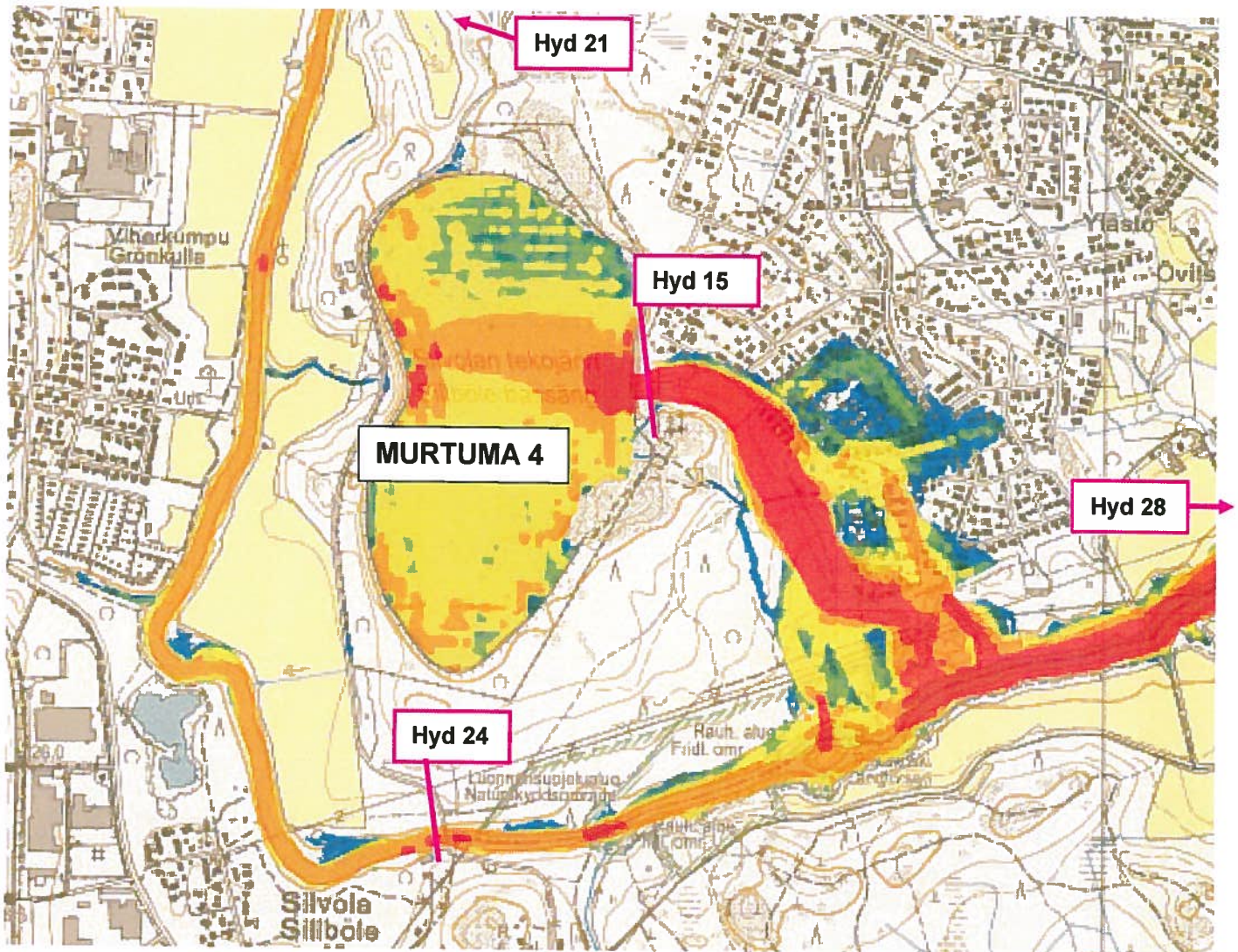
4.3.3 9 Laskentatapausten tulostusten viitetiedot raportin ja taustaraportin liitteisiin 3:n tärkeän laskentatuloksen graafiset esitykset.

Tähän raporttiin liitetään ainoastaan kolmen murtumatapausten tulosten kuvaukset. Kaikki 9 tapauksen kuvaukset on raporttiliitteessä 6.4. Tärkeimmäksi ja alempana kuvattut laskentatapaukset ovat:

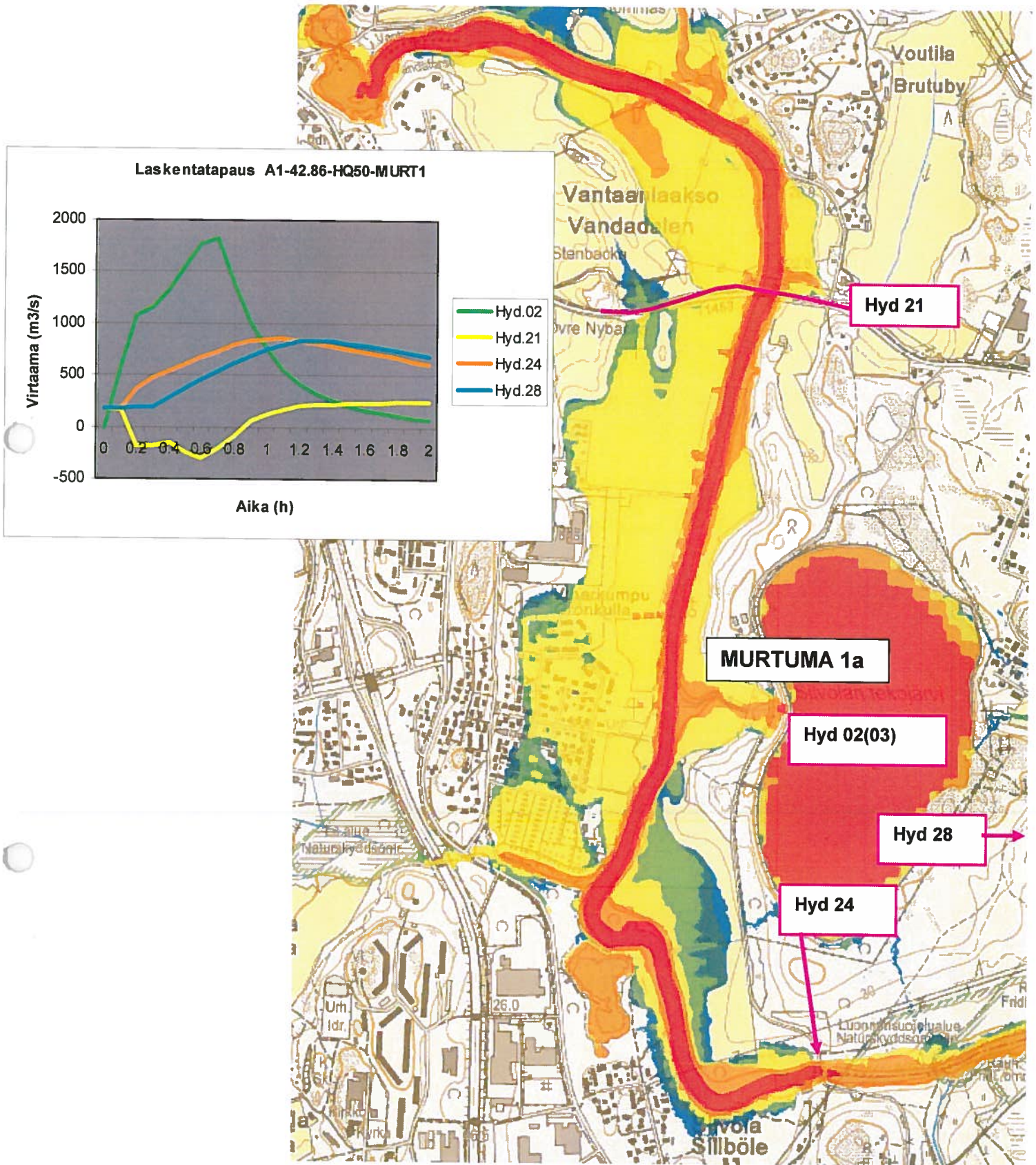
- Kuva 4.7** A1Wallas+42,86-MQ-MURT1
Kuva 4.8 A1Wallas+42,86-MQ-MURT4
Kuva 4.9 A1Wallas+42,86-HQ50-MURT1



Kuva 4.7 A1Wallas+42,86-MQ-MURT1



Kuva 4.8 A1Wallas+42,86-MQ-MURT4



Kuva 4.9 A1Wallas+42,86-HQ50-MURT1

4.3.4 Laskentatulosten vertailu ja tapausten valinta ALUE 2:n laskentaa varten

Taulukko 4.5 ALUE 1 Virtausmallilaskennan lopullisten laskentatulosten maksimiarvojen vertailu

ALUE 1 Mallilaskennan koodi	Padon murtumakohta *)		P-Pato Hyd24		Ruudinkosken yläp. Hyd.28		Huomioon			
	T _{MAX} (h)	Q (m ³ /s)	W (N60+m)	T _{MAX} (h)	Q (m ³ /s)	W (N60+m)		T _{MAX} (h)	Q (m ³ /s)	W (N60+m)
Murt 1-W _{allas} +42.86-MQ	0.7	1870	29.21	1.3	803	21.56	1.4	764	13.48	Jatkolaskenta A2
Murt 2-W _{allas} +42.86-MQ	0.7	1578	26.65	0.8	776	21.43	1.1	683	13.23	
Murt 3-W _{allas} +42.86-MQ	1.0	431	37.05	0/1.0	13/-116	19.04	1.3	252	12.03	
Murt 4-W _{allas} +42.86-MQ	0.8	1423	32.62	0.9/2.0+	-122/44	18.38	0.9	1084	14.35	Jatkolaskenta A2
Murt 1-W _{allas} +41.06-MQ	0.7	1539	28.62	1.1	721	21.11	1.4	603	13.09	
Murt 2-W _{allas} +41.06-MQ	0.7	1307	25.83	0.8	670	20.90	1.1	627	12.86	
Murt 4-W _{allas} +41.06-MQ	0.8	1118	32.07	0.9/2.0+	-96/35	17.76	0.9	863	13.78	
Murt 1-W _{allas} +42.86-HQ _{1/50}	0.7	1870	30.08	1.1	858	22.18	1.3	838	13.55	Jatkolaskenta A2
Murt 4-W _{allas} +42.86-HQ _{1/50}	0.7	1423		0.5/!1.5	179	19.99	0.95	1200	14.51	

Huomioon: *) Eri murtumakohtien maapinta on eri korkeudessa, joten vedenpinnat ovat murtumakohteeseen sidottuja vertailukelpoisia ainoastaan murtumakohtaisesti.

Vantaanjoen ja Keravanjoen lähtövirtaamat

MQ	Mallialueiden 1 + 2 vedenpintojen määrittely	MQ-keskivirtaamatilanteessa
HQ _{1/50}	Mallialueiden 1 + 2 vedenpintojen määrittely	HQ _{1/50} -tulvatilanteessa

Alue2 laskenta

Murt 1-W _{allas} +42.86-MQ	2 murtumaoletuksen vaikutukset alueella 2,
Murt 4-W _{allas} +42.86-MQ	lähtövirtaamatilanne on keskivirtaama MQ
Murt 1-W _{allas} +42.86-HQ _{1/50}	1 murtumaoletus (vaarallisin) HQ _{1/50} -tulvatilanteessa
Murt 1-W _{allas} +42.86-HQ _{1/50}	1 murtumaoletus, taustavaikutukset kuten edellä+siltatukosten vaikutukset

Kuva 4.10 Silvolan tekoaltaan vahingonvaaraselvityksen ALUE 2:n lopullisen tulva-aaltolaskennan tietokoneajot

4.4 MALLI 2, Ruudinkosken yläpuolelta Vanhankaupunginkoskeen asti

4.4.1 Yleistä

Silvolan tekoaltaan lähialueella vaikutti patomurtuman sijainti ja laakeat alueet erityisesti läntisen alueen osalta huomattavasti vaimentavasti tulva-aaltoiin. Altaan idänpuoliseen alueeseen (Ylästö) purkautuvan tulva-alueen vaimennus oli muihin tulva-aaltoiin nähden vähäinen ja se saapuu Ruudinkosken muita aaltoja nopeammin ja sen terävämpi virtaamahuippu on noin 300 m³/s muita huippuvirtaamia suurempi. Pitkäkoskesta alkaen virtaa Vantaanjoki syvässä uomassa, jonka veden kuljetuskyky mahdollistaa kaikkien analysoitujen virtaamien läpäisyn ilman häirtavaikutuksia. Itse uomassa tulee virtausnopeus ja vahinkopatametrit kasvamaan niin suureksi, että uoma-eroosiota ja puiden irtoamista ja kulkemista virtaaman mukana tulee tapahtumaan. Siltatukoksiin on suuri riski olemassa.

Ruudinkoskelta purkautuu tulva-aalto kohti Tuusulanväylän moottoritien kaksoissiltaa ja sen alpuolella olevaa Vanhan Tuusulantien siltaa. Välittömästi siltojen alavirranpuolella on Vantaanjoen ja Keravanjoen yhtymäalue. Tässä pienempi osa tulva-aallosta purkautuu vastavirtaan Keravanjoen laaksoon ja vaimenee. Yhtymäkohdassa tapahtuvat virtaukset tekevät sen yläpuolella olevat sillat vielä haavoittuvammiksi tukoksille. Siltojen ylävirranpuolella, joen vasemmalla puolella sijaitsee Tammiston asuinalue, jossa joen läheisyydessä on pientaloja ja kunnallistekniikka ja itse joessa Niskalan kevytliikennesilta. Tammiston uusilla asuinalueilla on pääasiallisesti 2 kerroksisia rivitalo- ja kerrostaloasutusta. Tammiston koillisnurkassa sijaitsee pientaloalue ”Ensimmäinen tie – kahdeksas tie”.

Keravanjoen tulon jälkeen seuraa tulva-aalto Vantaanjoen uomaa ja pääasialliset vahinkokohteet sijaitsevat Tapaninvainion pientaloalueen jokiläheisellä kaista-alueella. Tämän jakson vedenpintoihin tulee vaikuttamaan sen alpuolella sijaitseva Pukinmäen alue ja sillat, joita siellä on peräkkäin 6 kappaletta.

Pukinmäessä sijaitsee erikoisvahinkokohteena Kehä I:n moottoritien alituskaukalo Rautatien alitse. Sinne tulvavesi voi virrata silloin kun Kehä I:n ja sen ylävirranpuolinen kevytliikennesilta menevät tukkoon. Toinen uhka on, että Rautatiesilta menee tukkoon ja vesi virtaa rautatiepenkan ylävirranpuolta pitkin kaukaloon ja kolmas uhka on, että tulva pääsee sinne Savelan tulvaherkkää aluetta pitkin ja Longinojan Kehätien alitse rakennetun rumpu/siltajärjestelmän kautta. Pukinmäen asuinalueella on vain joitakin pientaloja ja suurin osa on kerrostaloja. On kuitenkin vaara, että Kehätie I:n kautta voi tulva leviää myös Pukinmäen keskustaan ja Kehä I:n viereiselle kaista-alueelle.

Joen oikealla puolella sijaitsee Itäpakilan siirtolapuutarha, joka tulee laskentatapauksesta johtuen kärsimään eriaisteiset vahingonvaarat. Joen oikealla puolella sijaitsee Käskynhaltijantien ja rautatieradan välillä Patolan lämpövoimalaitos. Voimalaitoksen huoltotunnelin suuauko on niin matalalla korkeudella, että isommat pato-onnettomuus tulvat voivat aiheuttaa vahingonvaaroja.

Pukinmäessä rautatien päärata kulkee kohtisuoraan Vantaanjoen ja sen sivualueiden yli. Tulvavedenkorkeuksien takia ja erityisesti silloin, kun Pukinmäen RT silta menee tukkoon, olisi varauduttava rautatiepenkan vettymisongelmiin. Näistä voisi kehittyä huomattava ongelma, mikäli todettaisiin, että rauteteliikenteen rajoitusten määrääminen tulisi tarpeelliseksi.

Välittömästi rautatien alavirranpuolella sijaitsee Savelan alue molemmin puolin jokea. Alhaisten maastokorkeuksien takia tulee vahingonvaara olemaan huomattava! Savelan vahingonvaaroihin vaikuttaa sen alavirranpuolella sijaitseva Oulunkylä-Herttoniemen rautatiepenkka ja sen Vantaanjoen silta. Silta on altis tukoksille, koska sillä on matalat sivuaukot ja keskiaukkoon on rautatiesiltakannen alle riipustettu kevytliikennesiltahäkkärä.

Oulunkylä-Herttoniemen radan alavirranpuolella, joen molemmin puoliset korkeat rannat rajoittavat sivualueiden tulvimista. Ennen Lahdentien väylää joen oikealla puolella sijaitseva Vanhankaupungin vesilaitos tulee olemaan vaarassa ja Vanhankaupunginkosken siltojen purkautumiskyky saattaa aiheuttaa vedenpinnan nousua, mikäli ei em. joen sivuilla olevilla tulva-alueilla ole tapahtunut tulva-aallon vaimennusta. Vanhankaupunginkosken Läntisen haaran yli 100 vuotta vanhat vesirakenteet tulevat kärsimään mittavia vahinkoja.

Mallilaskenta on tehty myös projektialueella 2 samaa 2D laskentamenetelmää käyttäen ja tulvan leviäminen voidaan simuloida luotettavasti ja detaljiin menevästi. Kuten alueella 1 käytetään samantyyppistä tulostusrakennetta, joka koostuu hydrograafitaulukoihin, vahinkomäärittelyä palveleviin, huippuarvoja esittäviin taulukoihin ja XY”Z” tuloksiin tulvankartoittamista varten. Arvo ”Z” voi olla muuta kuin vedenpinnan korkeus, kuten kaikki koordinaatistossa esitettävissä olevat laskentatulokset, kuten D, v, vD. Tulokset voi olla aikaansidottuja atvoja tai maksimi-arvoja.

Hydrograafitaulukkopaikat on koko alueella 72 kpl., joista 28 kpl. sijaitsee alueella 1. ja 44 kpl. alueella 2. Jatkolaskentaa varten valitut kolme laskenta-ajoa on käynnistetty ainoa patomurtumasta alkaen. Tulokset säilytetään digitaalisesti taustaliitesarjassa

4.4.2 Valittu TULVA 1, A1+A2Murt1 Wallas+42.86-MQ

Murtumakohdasta 1 vesimassat purkautuvat ensiksi Vantaanjokeen, jossa Tulva-aalto jakautuu kolmeen osaan. Aallosta purkautuu huomattava osa vastavirtaan kohti Vantaankoskea. Toinen osa kulkee Vantaajokea virtaussuunnana ja kolmas aalto purkautuu joen vasemmalla sijaitsevalle asuinalueelle. Virtaussuunnana kulkeva tulva-aallon kärki saapuu Alue 1:n ja Alue 2:n rajalle Ruutinkosken yläpuolelle (Hyd,piste 28) ajalla 0.4 h murtuman alkamisen jälkeen.. Huippuvedenpinta nousee tasoon N60+ 13.23 m ajalla 1.7 h murtuman jälkeen. Tulva-aallon etenemisen nopeuteen ja aallon virtaamien muodostumiseen vaikuttaa tulva-aallon leviäminen murtumakohdan alapuolella ja negatiivisen aallon kulku Vantaanjoessa. Ruutinkosken yläpuolella on vedenpinnan nousu alkutilanteesta on noin 3.5 m. Virtaama nousee 13 m³/s keskivirtaamasta 743 m³/s tulvahuippuun ja virtaama pysyy yli 700 m³/s suuruisena noin 1 tunnin ajan.

Luonnontulvavirtaamiin nähden on pato-onnettomuustulva noin kolmen (3) kertainen HQ 1000 nähden!

Purkautuessa alavirtaan kulkee osa virtaamasta vastaavirtaan Keravanjoen uomaan. Negatiivinen aalto on maksimissaan yli 60 m³/s ja siihen purkautuva tulva-aallon volyyymi on yli 200000 m³. Tilavuuden purkautuminen takaisin Vantaanjokeen alkaa vasta ajalla 2.7 h, sen jälkeen, kun virtaamahydrograafi on Vantaanjoessa jo laskusuunnassa. Tästä ja muista aaltoa vaimentavista tekijöistä on tulvan huippuvirtaama Vantaanjoessa Keravanjoen yhtymäkohdan jälkeen (Hyd,piste 43) Q_{max}=577 m³/s. ja ajalla To+ 2.3 h.

Vaimentamisesta huolimatta on virtaamahuippu vielä yli kaksinertainen HQ1000 kokoiseen luonnontulvaan nähden!

Pukinmäen rautatiesillan (Hyd.piste 52) yläpuolella syntyy vain suhteellisen lievästi haitallisia vedenpintojen nousuja Tapaninvainion ja Pukinmäen vahinkoalueilla. Pukinmäen rautatiesillan kohdalla nousee virtaama huippuun $Q_{\max}=485 \text{ m}^3/\text{s}$ ajalla $T_{0+2.7\text{h}}$ murtuman jälkeen.

Tulva-aallon huomattava vaimentuminen tapahtuu Pukinmäen rautatiesillan ja Oulunkylä-Herttoniemen ratasillan Hyd.piste 55 välisellä, Savelan alavalla alueella. Vedenpinta nousee Savelan alueella tasoon $N_{60}+9.7\text{m}$ ja **pato-onnettomuustulva-aallon huippuvirtaama purkautuu merelle noin saman suuruisena kuin tuhatvuotinen luonnontulva $HQ_{1000} = 357 \text{ m}^3/\text{s}$!**

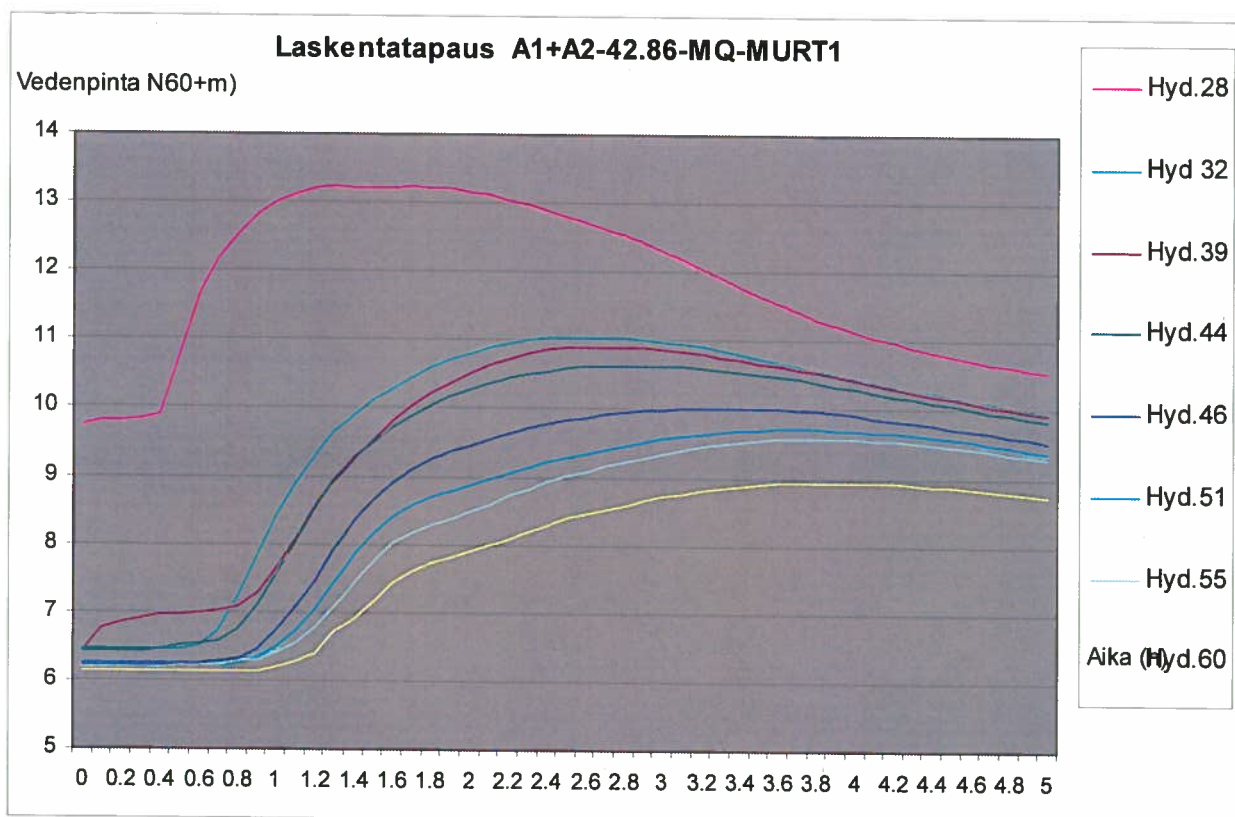
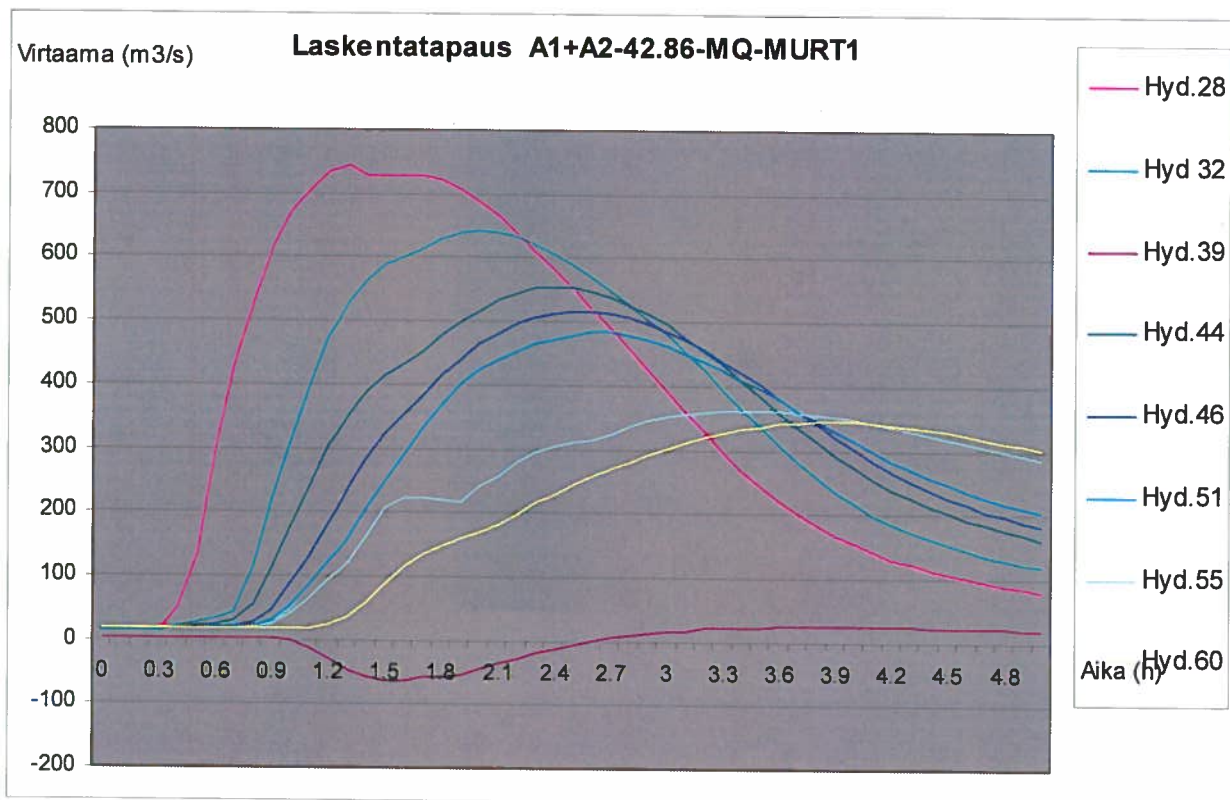
Vahingonvaarat tulee Savelassa ja Vanhankaupunginkosken alueella olevan huomattavia!

TULVA 1:n kulkua kuvaavat päätekijät on esitetty taulukossa 4.6 ja 8 peräkkäisten hydrograafien esitys on kuvassa 4.11. Hydrograafien Excel tulostustaulukko on liitteessä 6.5.

Taulukko 4.6 TULVA 1:n (Laskentatapaus A1+A2-42.86-MQ-MURT1) päätulokset:

Hyd.piste No:	Aallon kulkuajat T_{0+} h			TULVA 1		Referenssitulva		Selostus	Graaf. esitys
	kärki	huippu	loppu	W_{\max}	Q_{\max}	$HQ_{1/100}$	$HQ_{1/1000}$		
Hyd.03	0.1	0.7	n.5.5	30.06	1808	198	259	Murtuma 1	
Hyd.28	0.4	1.7	>6	13.23	743	198	259	Ruutinkoski	1
Hyd.30	0.6	2.3		11.57	678	204	266	Niskalan KL-silta	
Hyd.32	0.7	2.6		11.05	643	211	275	Tuusulan Väylän ylä	2
Hyd.39	0.4	2.7		10.9	-64/+	58	76	Ker.Joki, Brobackka	3
Hyd.43	0.7	2.7		19.85	577	269	351	Vantaa + Keravanj.	
Hyd.44	0.8	2.9		10.64	555	269	351	Tuomarink. KL-silta	4
Hyd.46	0.9	3.35		10.02	516	269	351	Kehä I, KL-silta	5
Hyd.51	1.0	3.70		9.71	484	269	351	Pukinm.RT-silta yläp.	6
Hyd.55	1.1	3.80		9.58	362	274	357	Oul-Hertt. RT+ KLSilta	7
Hyd.59	1.2	3.90		8.94	358	274	357	Lahden Väylän silta	
Hyd.60	1.3	3.90	>>6	8.94	345	274	357	Vanh.kaup. koski yläp.	8

Kuva 4.11 TULVa 1:n 8 peräkäisen hydrografin esitys



4.4.3 Valittu TULVA 2, A1+A2Murt4 Wallas+42.86-MQ

Murtumakohdasta 4 vesimassat purkautuvat osittain suoraa rinnettä pitkin ja osittain Ylästön asuinaluetta pitkin Vantaanjokeen. Tulva-aallon ($Q_{\max} = 1380 \text{ m}^3/\text{s}$) kulku on erittäin nopeaa ja sen virtaama vaimenee Alueella 1 suhteellisen vähän. Aallosta purkautuu vain pieni osa vastavirtaan Vantaanjokea pitkin. Virtaussuuntaisena kulkeva tulva-aallon kärki saapuu Alue 1:n ja Alue 2:n rajalle Ruudinkosken yläpuolelle (Hyd,piste 28) ajalla 0.3 h murtuman alkamisen jälkeen.. Huippuvedenpinta nousee tasoon $N_{60} + 14.15 \text{ m}$ ajalla 1.0 h murtuman jälkeen. Ruudinkosken yläpuolella on vedenpinnan nousu alkutilanteesta on noin 4.4 m. Virtaama nousee $13 \text{ m}^3/\text{s}$ keskivirtaamasta $1085 \text{ m}^3/\text{s}$ tulvahuippuun ja virtaama pysyy yli $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruisena noin 0.5 tunnin ajan.

Luonnontulvavirtaamiin nähden on pato-onnettomuustulva noin neljän (4) kertainen HQ 1000 nähden!

Niskalan sillan kohdalla nousee vedenpinta tasoon $N_{60} + 11.8 \text{ m}$ ja Tuusulan Väylän sillan yläpuolella tasoon $N_{60} + 11.0 \text{ m}$. Tammiston joen läheiset alueet kärsivät tulvasta. Purkautuessaan alavirtaan kulkee osa virtaamasta vastavirtaan Keravanjoen uomaan. Negatiivinen aalto on maksimissaan $97 \text{ m}^3/\text{s}$ ja siihen purkautuva tulva-aallon volyyymi on noin 200000 m^3 . Tilavuuden purkautuminen takaisin Vantaanjokeen alkaa vasta ajalla 1.8 h, sen jälkeen, kun virtaamahydrografi on Vantaanjoessa jo laskusuunnassa. Tästä ja muista aaltoa vaimentavista tekijöistä on tulvan huippuvirtaama Vantaanjoessa Keravanjoen yhtymäkohdan jälkeen (Hyd,piste 43) $Q_{\max} = 602 \text{ m}^3/\text{s}$ ja ajalla $T_o + 1.95 \text{ h}$.

Vaimentumisesta huolimatta on virtaamahuippu vielä yli kaksin kertainen HQ1000 kokoiseen luonnontulvaan nähden!

Pukinmäen rautatiesillan (Hyd.piste 52) yläpuolella syntyy vain suhteellisen lievästi haitallisia vedenpintojen nousuja Tapaninvainion ja Pukinmäen vahinkoalueilla. Pukinmäen rautatiesillan kohdalla nousee virtaama huippuun $494 \text{ m}^3/\text{s}$ ajalla 2.8h murtuman jälkeen. Tulva-aallon huomattava vaimentuminen tapahtuu Pukinmäen rautatiesillan ja Oulunkylä-Herttoniemen ratasillan Hyd.piste 55 välisellä Savelan alavalla alueella. Vedenpinta nousee Savelan alueella tasoon $N_{60} + 9.4 \text{ m}$ ja virtaama vaimentuu $328 \text{ m}^3/\text{s}$:ksi.

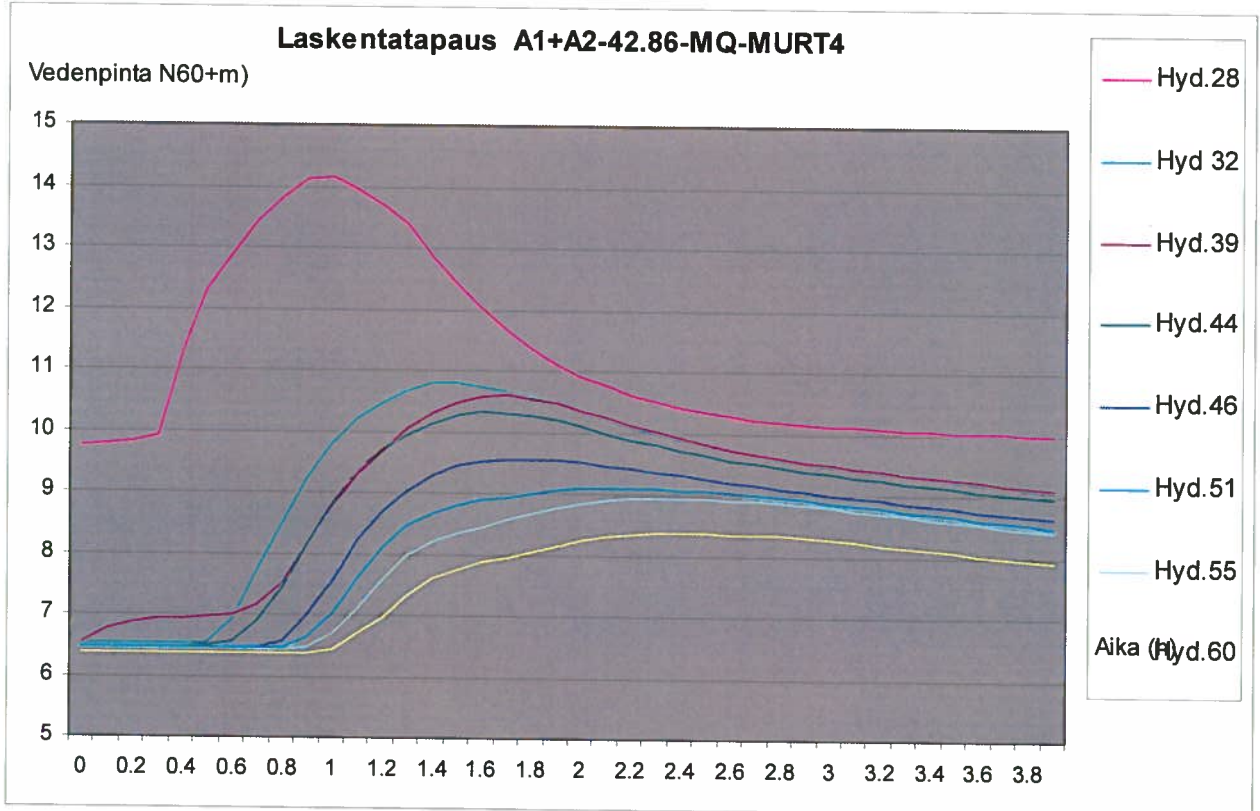
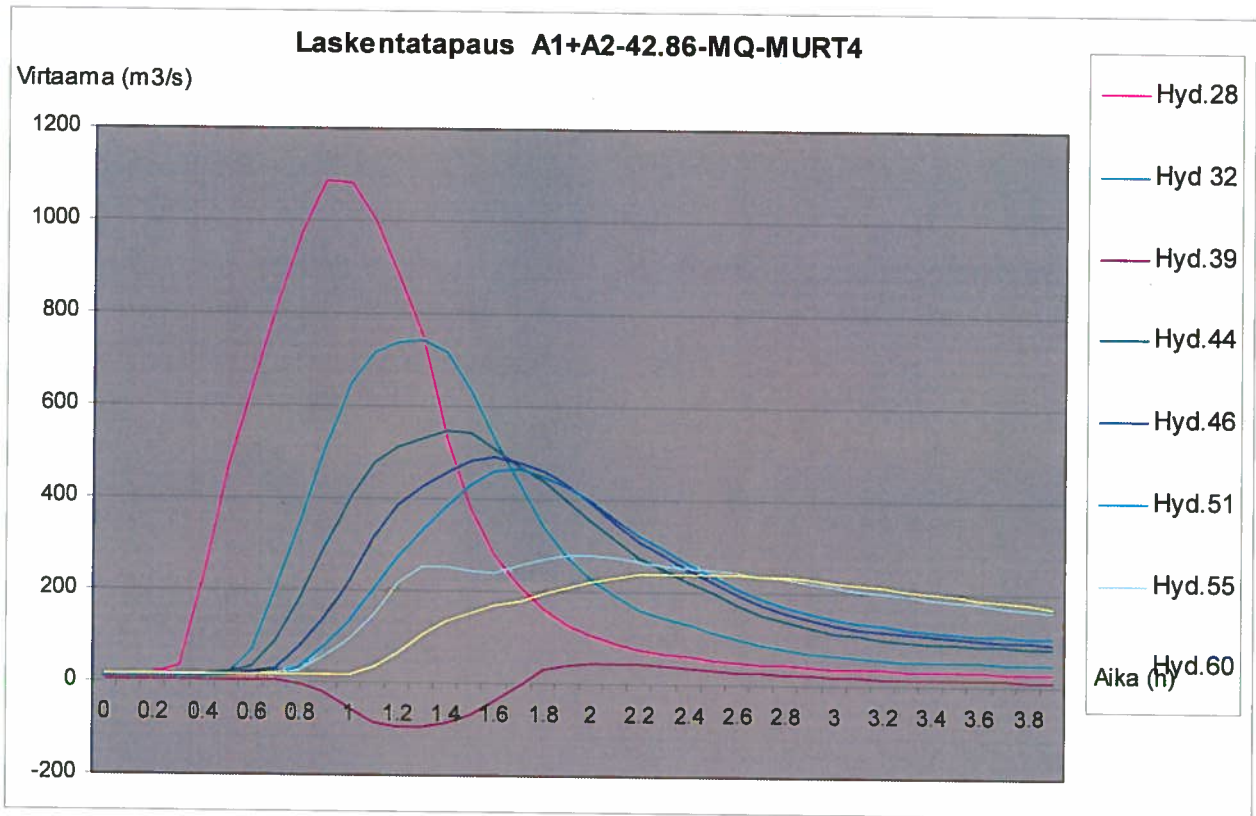
Pato-onnettomuustulva-aallon huippuvirtaama purkautuu merelle noin saman suuruisena kuin HQ₂₅₀ luonnontulva = $307 \text{ m}^3/\text{s}$!

TULVA 2:n kulkua kuvaavat päätekijät on esitetty taulukossa 4.7 ja 8 peräkkäisen hydrografin esitys on kuvassa 4.12. Hydrograafien Excel taulukko tulostus on liitteessä 6.5.

Taulukko 4.7 TULVA 2:n (Laskentatapaus A1-A2Murt4 Wallas+42.86) päätulokset:

Hyd.piste No:	Aaallon kulkuajat To+ h			TULVA 1		Referenssitulva		Selostus	Graaf. esitys
	kärki	huippu	loppu	Wmax	Qmax	HQ _{1/100}	HQ _{1/1000}		
Hyd.15	0.1	0.8	n. 4.5	33.35	1380	198	259	Murtuma 4	
Hyd.28	0.3	1.0	>6	14.15	1085	198	259	Ruutinkoski	1
Hyd.30	0.4	1.4		11.72	876	204	266	Niskalan KL-silta	
Hyd.32	0.45	1.75		11.01	774	211	275	Tuusulan Väylän ylä	2
Hyd.39	0.5	1.9		10.86	-97/+31	58	76	Ker.Joki, Brobackka	3
Hyd.43	0.6	1.95		10.80	602	269	351	Vantaa + Keravanj.	
Hyd.44	0.7	1.95		10.56	569	269	351	Tuomarink. KL-silta	4
Hyd.46	0.8	2.2		9.85	531	269	351	Kehä I, KL- silta	5
Hyd.51	0.9	2.80		9.47	494	269	351	Pukinm.RT- silta yläp.	6
Hyd.55	1.1	2.90		9.33	328	274	357	Oul-Hertt. RT+ KLSilta	7
Hyd.59	1.2	2.95		8.73	318	274	357	Lahden Väylän silta	
Hyd.60	1.3	3.00	>6	8.73	306	274	357	Vanh.kaup. koski yläp.	8

Kuva 4.12 TULVA 2:n 8 peräkkäisen hydrografin esitys



4.4.4 Valittu TULVA 3, A1-A2Murt1 Wallas+42.86-HQ50

Murtumakohdasta 1 ($Q_{\max} = 1821 \text{ m}^3/\text{s}$ purkautuvat vesimassat ensiksi Vantaanjokeen, jossa Tulva-aalto jakautuu kolmeen osaan. Aallosta purkautuu huomattava osa vastavirtaan kohti Vantaankoskea. Toinen osa kulkee Vantaanjokea virtaussuuntaisena ja kolmas aalto purkautuu joen vasemmalla sijaitsevalle asuinalueelle. Virtaussuuntaisena kulkeva tulva-aallon kärki saapuu Alue 1:n ja Alue 2:n rajalle Ruutinkosken yläpuolelle (Hyd.piste 28) ajalla 0.3 h murtuman alkamisen jälkeen.. Huippuvedenpinta nousee tasoon $N_{60} + 13.55 \text{ m}$ ajalla 1.35 h murtuman jälkeen. Tulva-aallon etenemisen nopeuteen ja aallon virtaamien muodostumiseen vaikuttaa tulva-aallon leviäminen murtumakohdan alapuolella ja negatiivisen aallon kulku Vantaanjoessa. Ruudinkosken yläpuolella on vedenpinnan nousu alkutilanteesta on noin 2.2 m. Virtaama nousee $HQ_{50} = 179 \text{ m}^3/\text{s}$ $838 \text{ m}^3/\text{s}$ tulvahuippuun ja virtaama pysyy yli $700 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruisena noin 1.5 tunnin ajan.

Luonnontulvavirtaamiin nähden on pato-onnettomuustulva yli kolmen (3) kertainen HQ 1000 nähden!

Niskalan sillan kohdalla nousee vedenpinta tasoon $N_{60} + 12.0 \text{ m}$ ja Tuusulan Väylän sillan yläpuolella tasoon $N_{60} + 11.55 \text{ m}$. Tammiston joen läheiset alueet ja joenpuoliset rivitalot kärsivät vettymishaitoista. Joen oikealla puolella kulkeva Laamannintie jää monessa kohdissa tulvan alle ja saattaa sortua Moottoritien alitusjaksossa ja Näsinojan sillan kohdalla.

Purkautuessaan alavirtaan kulkee osa virtaamasta vastaavirtaan Keravanjoen uomaan. Negatiivinen aalto ei ole yhtä voimakasta kuin TULVA 1 ja TULVA2 tapauksissa, koska Keravanjoen tulvavirtaama on $53 \text{ m}^3/\text{s}$. Myös sen Keravanjokeen tuoma volyyymi jää pienemmäksi. Vantaanjoessa on virtaama Keravanjoen yhtymäkohdan jälkeen (Hyd.piste 43) $727 \text{ m}^3/\text{s}$ ja ajalla 2.6 h ja vesi nousee tasoon $N_{60} + 11.28 \text{ m}$.

Vaimentumisesta huolimatta on virtaamahuippu vielä yli kaksinkertainen HQ₁₀₀₀ kokoiseen luonnontulvaan nähden!

Pukinmäen Kehä I:n KL-sillan yläpuolella nousee virtaama $604 \text{ m}^3/\text{s}$ ja vesi tasoon $N_{60} + 10.54 \text{ m}$. Tällä vedenkorkeudella tapahtuu Pukinmäen Kaaritien ylipurkautuminen noin 1 km matkalta Pukinmäen Kehä I:n pohjoisessa sijaitseville asuinalueille ja liikerakennuksille. Myös muille Pukinmäen Vantaanjoen molemminpuolisille alueille nousee tulvavesi aiheuttaen pääasiallisesti vettymisvahingot rakennuksille.

Pukinmäen rautatiesillan (Hyd.piste 52) yläpuolella nousee virtaama maksimiinsa $554 \text{ m}^3/\text{s}$ ajalla 3.7 h ja vedenpinta nousee tasoon $N_{60} + 10.22 \text{ m}$. Tulva-aallon huomattava vaimentuminen tapahtuu Pukinmäen rautatiesillan ja Oulunkylä-Herttoniemen ratasillan Hyd.piste 55 välisellä Savelan alavalla alueella. Vedenpinta nousee Savelan alueella tasoon $N_{60} + 10.10 \text{ m}$ ja virtaama vaimentuu $450 \text{ m}^3/\text{s}$:ksi. **Pato-onnettomuustulva-aallon huippuvirtaama purkautuu merelle noin 30% suurempana kuin HQ₁₀₀₀ luonnontulva $357 + 97 = 440 \text{ m}^3/\text{s}$.**

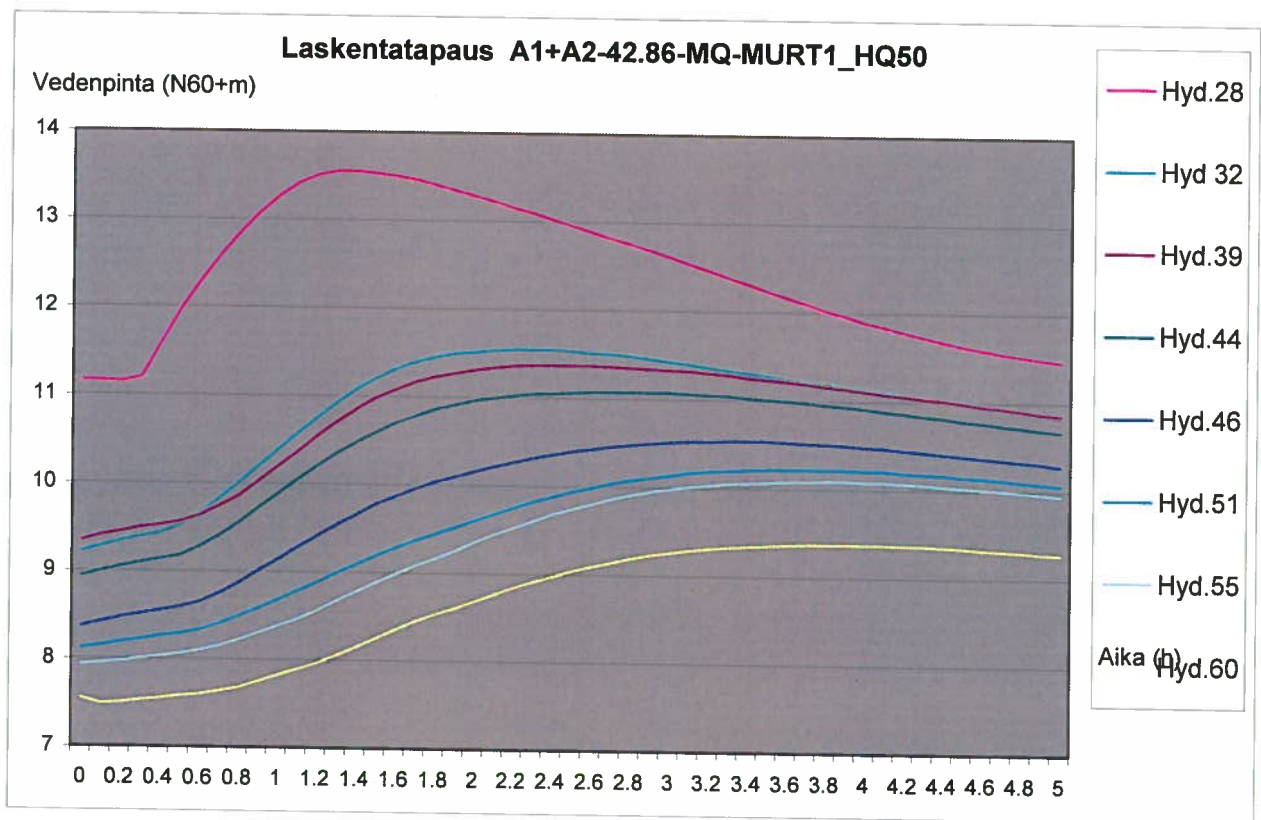
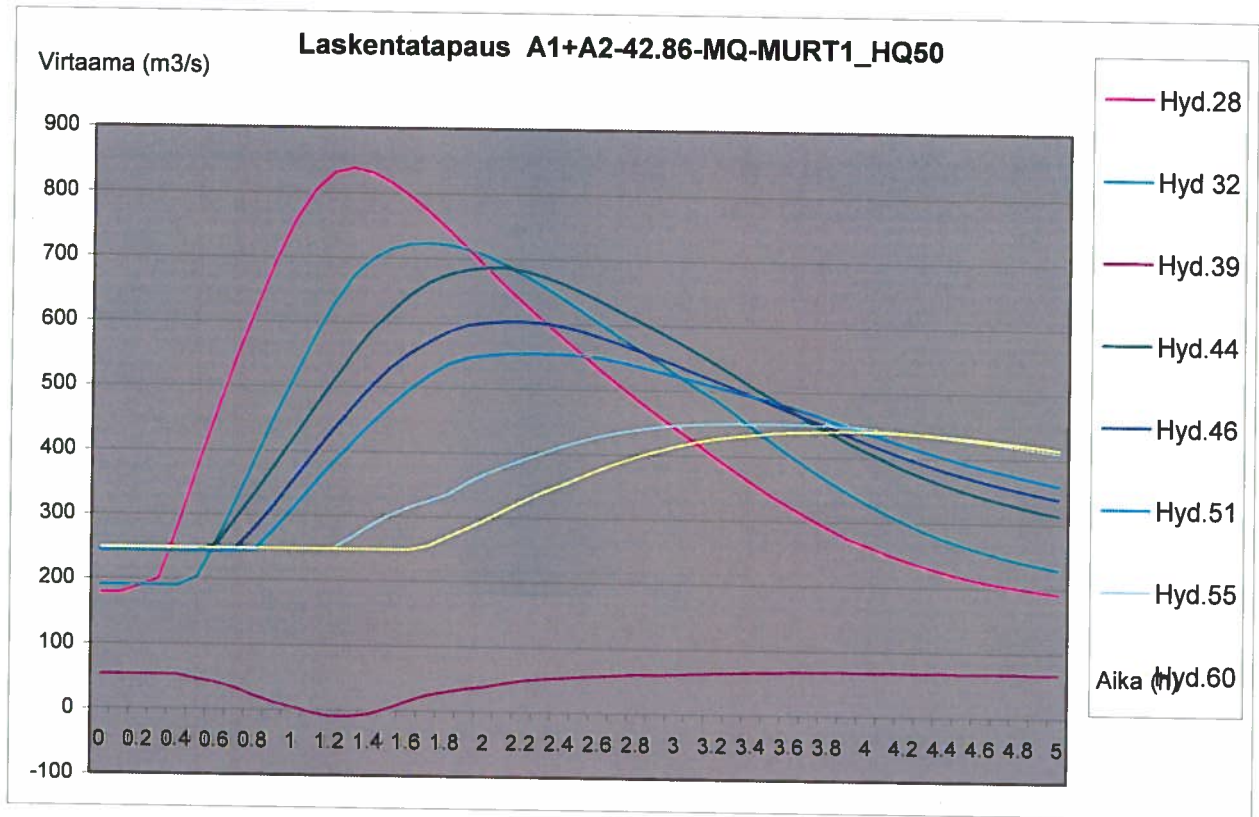
Vahingonvaaroja tulee syntymään Savelassa huomattavin määrin: Laajat asuinalueet kärsivät vettymisvauriot ja sortumavaaroja niille, joillekin vahinkoparametri vD nousee tasoon $3 \text{ m}^2/\text{s}$. Longinojan ja sen reuna-alueiden ja myös Savelan ja Kehä I:n rajan yli purkautuu vesi Kehä I:n rautatien alituskaukaloon, joka täyttyy vedellä noin 500 m matkalta. Myös Vanhankaupunginkosken vanhoja rakenteita tulee todennäköisesti sortumaan.

TULVA 3:n kulun kuvaavat päätekijät on esitetty taulukossa 4.8 ja 8 peräkkäisen hydrograafin esitys on kuvassa 4.13. Hydrograafien Excel tulostustaulukko on liitteessä 6.5.

Taulukko 4.8 TULVA 3:n (Laskentatapaus A1-A2Murt1 Wallas+42.86-HQ50) päätulokset:

Hyd.piste No:	Aaallon kulkuajat To+ h			TULVA 1		Referenssitulva		Selostus	Graaf. esitys
	kärki	huippu	loppu	Wmax	Qmax	HQ _{1/100}	HQ _{1/1000}		
Hyd.15	0.05	0.7	> 6.0h	30.08	1821	198	259	Murtuma 4	
Hyd.28	0.3	1.35	>>6.0h	13.55	838	198	259	Ruutinkoski	1
Hyd.30	0.4	1.95	>>6.0h	12.01	776	204	266	Niskalan KL-silta	
Hyd.32	0.5	2.5	>>6.0h	11.54	723	211	275	Tuusulan Väylän ylä	2
Hyd.39	0.6	2.55	>>6.0h	11.37	67	58	76	Ker.Joki, Brobackka	3
Hyd.43	0.6	2.6	>>6.0h	11.28	727	269	351	Vantaa + Keravanj.	
Hyd.44	0.6	2.75	>>6.0h	11.08	687	269	351	Tuomarink. KL-silta	4
Hyd.46	0.8	3.40	>>6.0h	10.54	604	269	351	Kehä I, KL- silta	5
Hyd.51	0.9	3.70	>>6.0h	10.22	554	269	351	Pukinm.RT- silta yläp.	6
Hyd.55	1.2	3.85	>>6.0h	10.09	450	274	357	Oul-Hertt. RT+ KLSilta	7
Hyd.59	1.5	3.95	>>6.0h	9.32	450	274	357	Lahden Väylän silta	
Hyd.60	1.8	3.95	>>6.0h	9.37	440	274	357	Vanh.kaup. koski yläp.	8

Kuva 4.13 TULVA 3:n 13 peräkäisten hydrografien esitys



4.5 Siltatukosten simulointi ja vaikutusten analysointi

4.5.1 Menetelmän selostus

Mallilaskenta on osoittanut, että kaikkien tapausten tulva-aaltojen kärki etenee hyvin nopeasti. Alueella 1 nousee vedenpinta kärjen saapuessa kohteeseen 1m/ 6 minuuttia ja alueella 2 aalto loivenee, mutta nousu on edelleen nopea 1m/ 12 min. Jokijään raaka ja voimakas lähtö tapahtuu jo paljon loivemmissa aallon nousuissa. On varmaa, että saapuva patomurtumatulvan kärki tulee rikkomaan jääkannen ja muodostamaan jääpatoja.

Padon lähialueella tulee tulva-aallon virtaustiellä tapahtuva voimakas eroosio irrottamaan maamateriaalia ja virtaustiellä olevat puut, pensaat jne. Alueella 1 on Vantaanjoen jokiuoman molemmin puolin luiskissa runsas puusto ja luononmetsänä pidetyissä paljon kaatuneita ja kuivuneita puita. Näistä syntyy runsaasti tukoksia aiheuttavaa uivaa ainesta, joka kulkee tulva-aallon mukana ahtaisiin paikkoihin.

Kansainvälisesti siltatukokset eivät ole poikkeuksia. Erityisesti patomurtumatulvaan rinnastettavissa olevissa rankkasateiden aikaansaamissa äkkitulvissa tapahtuu usein siltatukoksia. Kokemuksista raportoidaan, että kerran syntynyt tukos pysyy paikallaan, eikä sitä saada tulvan aikana irroitettua. Mahdollisen sillan ja tiepenkereen ylipurkautumisen voimakkuudesta johtuen saattaa silta, tiepenger ja tukos sortua.

Silta-aukkojen tukosten aiheuttamia lisävahingonvaaroja selvitetään mallilaskennan tulosten pohjalta samalla tavalla kuin muiden laskentatapausten vahingonvaaroja selvitetään. Virtausmalliin on kehitetty apuohjelma, joka sulkee määrätyn sillan alkaen silloin, kun tulva-aallon kärki saapuu sillalle. Kärjen saapumisaika on määritelty 0.20 metriä voimakkaan vedenpinnan nousun mukaan. Tukos on arvioitu syntyvän 10 minuutin aikana ja tukos vie silta-aukosta osan leveydestä (käänteinen patomurtuma). Lähtötilanne on valittu patomurtumatulvalaskennasta, josta kopioidaan siltakohtaisesti laskentahistoriikki ennen tulva-aallon saapumista sovittuun kohteeseen. Tällöin säilytetään virtausdynaamiikka tukokseen menevän sillan ylävirranpuolella.

Simuloinnin oletus on, että

- Siltatukos ei ole täydellinen vaan vapaa pinta-ala on jätetty 35-17 % sillan vapaan aukon pinta-alasta
- Tukos pysyy paikallaan ja laskenta viedään niin pitkälle, että sillan ylävirranpuolella nousee vedenpinta maksimiarvoonsa. Osa patomurtuma-aallon vesitilavuudesta kertyy sillan ylävirranpuolelle, aiheittaen tällöin lisävahingonvaaroja.
- Tukos ja mahdollisesti myös silta saattavat myös sortua, mutta tätä ei ole analyysissä huomioitu.
- Kukin analysoitu siltatukos simuloidaan omana tapahtumana. Sarjaa tukostapahtumia ei simuloida.

Silvolan vahingonvaaraselvityksen yhteydessä on valitu 5 kohdetta silta tai peräkkäisten siltojen ryhmä. Valintaan on vaikuttanut tukoksen ylä- tai alavirranpuolisen toisen sillan vaikutus tukoksen syntymiseen ja tukokseen menevän sillan aukon koko, aukkojen lukumäärä jne. Taulukossa 4.9 esitetään valitut sillat, arvioidut ylävirranpuoliset lisävahingonvaarat ja tukokset ilman tulva-aaltolaskennan tulva-aallon kärjen etenemisnopeus ja siltatukoksen mallinnuksen aikaskaaria. Taulukossa 4.10 esitetään tukosten simuloinnissa käytettyjä parametrejä.

Taulukko 4.9 Valitut sillat tai siltaryhmät, joilla on arvioitu olevan riski menemään tukkoon patomurtumatulvassa

Tukos-kohta	Selostus	Aikaskenaario	
		Tukosmeno alkaa T! (h)	Tukos on valmis T2(h)
1	Silvolan silta ja putkisilta menevät tukkoon. Lisääntyviä vahingonvaaroja tulee syntymään lähelle siltaa vastavirtauksen suuntaan Silvolaan, Kahluuniitylle, Vetokannakselle ja Viherkummulle	0.0 (0.0 min)	0.25 (15 min)
2	Tapaninvainion silta ja Tuusulan väylän sillat menevät tukkoon. Lisääntyviä vahingonvaaroja tulee syntymään lähelle siltaa vastavirtauksen suuntaan Tammiston asuinalueelle. Valimontien moottoritien alituskaukalo saattaa täytyä tulvavedellä.	0.33 (20 min)	0.50 (30 min)
3	Kehä I:n kevytliikennesilta ja moottoritiesillat menevät tukkoon, osittain kevyt-liikennesillan sortumisen takia. Lisääntyvistä vahingonvaaroista kärsivät siltojen ylävirran puolella sijaitsevat Itä-Pakilan siirtolapuutarha-alue, Pukinmäen Vantaanjoen alue ja Tapaninvainion rannanläheiset pientaloalueet	0.58 (35 min)	0.75 (45 min)
4	Pukinmäen rautatiesilta ja sen alavirranpuolinen KL-silta menevät tukkoon. Tulva tulee todennäköisesti nousemaan silloilta ylävirranpuolella sijaitsevalle kerrostaloalueelle ja sen kautta Kehä I tien, rautatien alituskaukalo, joka jää monta metriä veden alle.	0.72 (43 min)	0.88 (53 min)
5	Oulunkylä-Herttoniemi rautatiesilta ja sen alle rakennettu KL-silta menevät tukkoon ja tukos tulee todennäköisesti aiheuttamaan siltasortuman. Tukos tulee aiheuttamaan huomattavaa lisääntyvää vahingonvaaraa Savelan joen molemmin puolisille asuin- ja siirtolapuutarhan alueille. Longinojaa pitkin pääsee tulva Kehä I:n rautatien alituskaukalo, ja	0.87 (52 min)	1.03 (62 min)

Taulukko 4.10 Siltatukosten simuloinnissa käytettyjä parametrejä

Siltatukospaikkain no	1	2	3	4	5
Hydrograafitulostuspaikka	25	33	46	52	55
Vahinkokohdenumero	93	199	267	296	321
Joki PL	103+55	75+00	48+50	37+43	29+25
Siltakannen yläp. N60+m	22.10	13.10	12.65	12.55	13.6
Siltakannen alap. N60+m	20.00	11.20	11.08	11.00	9.33
Sillan vapaan aukon leveys (m)	33.0	74.48	93.2	75.0	52+4x18=124
Mallilaskennan silta/tiekork.	22.20	12.80	12.15	12.72	13.37
Tuloksen pohjan korkeus	15.00	3.38	0.78	3.00	1.50
Tukoksen avoin kolmioaukko , B (m)	16.0	20.5	26	17	18
Vapaan silta-aukon ala Asi (m2)	165	505	760	500	527 (329**)
Tukoksen avoin virtausala (A _{supvap})	58	97	148	83	107
Arvioitu tukoksen supistus % *)	35%	19%	19%	17%	20%(32%**)
Aika T nousu 1 (tulva-aalto saapuu) h	0.15	0.4	0.55	0.7	0.8
Aika (h) tukos alkaa T _{tuk1}	0.0	0.33	0.58	0.72	0.87
Aika (h) tukos valmis T _{tuk2}	0.25	0.50	0.75	0.88	1.03

*) Supistusprosentti lasketaan jakamalla supistuksesta vapaaksi jätettyä kolmionmuotoista virtausalaa A_{supvap} sillan vapaaseen virtausalaa Asi. SUP % = (A_{sup vap}/Asi)

**) Siltatukos 5: Oulunkylä-Herttoniemi radan Vantaanjoen 5 aukkojen sillan neljä reuna-aukot ovat maanpinnan tasolla ja niiden purkautumiskyky on heikko. Kokonaisaukkoala on 527 m². Pääaukon pinta-ala on 329m².

4.5.2 Siltatukosten laskentatulosten yhteenveto

Laskentatulosten hydrograafitauluokot on koottu sähköisenä taustaraportin liitteeseen Liite_taista6, L_6.6. Laajasta laskenta-aineistosta on koottu siltatukoskohtaiset yhteenvetotaulukot (Excel), jotka ovat liitteessä Liite_raportti6, L_6.6.

Siltatukokset on käsiteltävä yksillöllisesti. Tässä analyysissä ei ole arvioitu siltatukoksen sortumaa ja sen aiheutamaa lisääntyvää vahingonvaaraa. Ylävirranpuolisen sillan tukoksen muodostuminen aiheuttaa alapuolisen virtaaman pienentymisen ja vedenpinnan äkillistä alentumista. Nämä tekijät voisi myös vaikuttaa jäänlähtöön ja aiheuttaa alapuolella olevan sillan tukeutumiseen.

Siltatukosten simulointi 2 D mallilasennan avulla suoritettiin seuraavasti:

1. Laskennan lähtötilanne on laskentatapauksen **A1-A2Murt1 Wallas+42.86-HQ50** mukaan.
2. Tulva-aalto etenee siltatukoskohtaan ilman virtaushäiriöitä siihen asti kunnes annettu tulva-aallon kärjen saapumisaika toteutuu ja siltatukos alkaa molemmista sivuista, jättäen lopussa kolmionmuotoisen aukon vapaaksi. Kolmion pohjansivu (B) on sillan kannen yläpinnan tasossa ja kärki on uoman pohjan tasossa.
3. Taulukko 4.9 mukaan on geometrinen vapaa pinta-ala 35- 17% sillasta riippuen.
4. Sillan tukokseen menon nopeus on suhteellisen nopea ja vaikutukset voidaan seurata ja vertailla tilanteissa, joilla tukos on muodostunut täysin ja pysyy koko loppulaskennan ajan vakiona.

Tukosten vaikutukset virtaamiin ja vedenpintoihin eri silloissa on esitetty taulukossa 4.11.

Taulukko 4.11 Siltatukosten vaikutukset lähtövirtaama- ja vedenpintatilanteisiin.

Tukoksen no:	Silta	Virtaama (m ³ /s)						Selostus	
		Ylävirranpuoli		Siltatukos		Alavirranpuoli		Tmax h	Qtukos/ Qei tukos
		ei tukossa	tukossa	ei tukossa	tukossa	ei tukossa	tukossa		
Tukos 1	Silvola (hyd 25)	845	830	840	538	825	453	1.0h	0.70
Tukos 2	Tuusulan MT(hyd33)	776	697	715	400	707	345	1.5h	0.56
Tukos 3	Kehä I, KL (hyd46)	687	653	602	445	571	433	2.0h	0.75
Tukos 4	Pukinm. RT (hyd52)	580	270	545	277	542	270	2.2	0.5
Tukos 5	Ouk-Hertt RT(hyd55)	541	461	400	217	400	193	2.3	0.55
Tukoksen no:	Silta	Vedenpinta (N60+m)						Selostus	
		Ylävirranpuoli		Siltatukos		Alavirranpuoli		Tmax h	D lisä m
		ei tukossa	tukossa	ei tukossa	tukossa	ei tukossa	tukossa		
Tukos 1	Silvola (hyd 25)	22.87	23.79	20.72	23.59	20.06	19.09	1.6h	3.87 *)
Tukos 2	Tuusulan MT(hyd33)	11.96	12.91	11.55	12.88	11.31	10.71	2.3	1.39
Tukos 3	Kehä I, KL (hyd46)	11.08	11.44	10.52	11.08	10.27	9.9	3.0	0.62
Tukos 4	Pukinm. RT (hyd52)	10.31	11.49	10.19	11.44	10.03	8.73	3.2	1.36
Tukos 5	Ouk-Hertt RT(hyd55)	10.10	10.70	10.09	14.60	9.37	8.47	3.8	0.6

Qtukos/Qei tukos huippuvirtaamien 1 h keskiarvo

D lisä (m) huippuarva tulvan lopussa

*) Tukos 1: siltakannen ylipurkaus dh = 1.5 m ja ylä- ja alveden korkeusero on 2.8 m.

5. PATOMURTUMAN AIHEUTTAMA VAHINGONVAARA

5.1 Yleistä

Ihmisille patomurtumatulvasta kohdistuva vahingonvaaran ankaruus määräytyy seuraavista tekijöistä:

1. Kuinka nopeasti nousee tulvaa kohteeseen, jossa ihminen oleskelee ja onko ehditty antaa patomurtumatulvavaroitus.
2. Miten voimakas virtaus on ja voidaanko määritellä sen vaara vahinkoparametrillä D_v (veden syvyys x virtausnopeus).
3. Onko ihminen suojassa rakennuksen sisällä ja kestääkö rakennus vai sortuuko se tulvan vaikutuksesta.
4. Mitä vahingonvaaraa on ihmisille mikäli tulva ylittää ulkoisilla.
5. Onko muita vaaratekijöitä olemassa kuin kylmä vesi, jäät, uivaa ainesta ym.
6. Onko ihminen kyennyt ymmärtämään hälytyksen ja ehditäänkö evakuoimaan vaara-alueet.
7. Onnistuuko evakuointi vai tavoittaako tulvaa evakuointimatkalaiset, jolloin saattaa syntyä suurempi vaara kuin alkuperäisessä kohteessa.

Silvolan tekoaltaan vahingonvaaraselvityksessä käsitellään kohtia 1-4. Kohdat 5-7 kuuluvat ihmishengen menetysten riskien arvioimiseen, mitä ei yleensä Suomessa tehdä.

Silvolan tekoaltaan patolinjat ympäröivät altaan täysin, pohjoisaluetta lukuun ottamatta. Mahdollisia vaarallisia patomurtumien paikkoja on arvioitu olevan lännessä kaksi (MURT1 ja MURT2, etelässä yksi (MURT3) ja idässä yksi (MURT4) paikka. Patomurtuman kautta purkautuvan virtaaman kehityksen nopeus ja huippuarvo riippuu monesta tekijöstä. Niistä ovat tärkeimmät: oletetun paikkamurtuman pohjan korkeus, murtuma-aukon muoto, maapadon eroosiomurtuman nopeus, altaan vedenpinnan korkeus murtumahetkellä ja altaasta purkautuva vesitilavuus. Murtuma-aukon pohjan korkeus on määritelty patojen perustuskorkeuksien ja patorakenteen pohjalta. Patomurtumamuoto ja murtuman kehityksen nopeus on määritelty kansainvälistä tilastollista menetelmää käyttäen, joka perustuu todellisiin pato-onnettomuuksiin kerättyihin havaintoihin. Kukin murtumatapauksen virtaama-aikakäyrä (hydrograafi) määriteltiin 2D virtausmallin avulla. Patomurtumaoletusten vaikutukset murtumavirtaamiin on laadittu ns. patomurtuma-analyysiä, käyttäen monia parametrejä.

Patomurtuma-analyysin tuloksista valittiin vesistön lähtövirtaamatilanteena keskivirtaamalla MQ aikana ja Silvolan altaan vedenpinnan ollessa ylärajan (HW) korkeudessa N60+42.86 m kaikki neljä murtumatapausta. Samaa vesistön lähtövirtaamatilannetta käyttäen laskettiin myös vaarallisimmaksi todetuille paikoille 1, 2 ja 4 murtumavirtaamat, altaan alennetulla käyttövedenpinnalla N60+41.06m. Vesistössä patomurtumahetkessä hallittavaksi tulvatilanteeksi valittiin MQ₅₀, mikä katsottiin antavan yhdessä pato-onnettomuuden kanssa riittävän toistuvuuden, myös huomioiden ilmastomuutoksen mahdollista tulvavirtaamien kasvua tulevaisuudessa.

Silvolan vahingonvaaraselvitys on jaettu kahteen alueeseen, näin voidaan selvittää lähialueen (ALUE 1) vahingonvaarat laajemmin ja supistaa laskentatapausten määrää alapuolisella vahinkoalueella (ALUE 2).

Silvolan eri kohtien patomurtumat vaikuttavat virtaamiensa ja alapuolisten vahinkoalueiden maaston vuoksi ja asutukse tyypistä riippuen erityisesti padon lähialueen vahingonvaaraan.

Tämän takia on ALUE 1:ssä (Allas- Vantaanjoen Ruutikosken ylävirranpuoli) analysoitu kaikkiaan yhdeksän (9) tapausten aiheuttamaa vahingonvaaraa. ALUE 2 käsittelee Ruudinkosken alapuolista vesistöä, Vanhankaupunginkoskeen saakka ja tältä alueelta on määritelty vahingonvaarat kolmesta tapauksesta. Siltatukosten aiheuttamia lisävahingonvaaroja selvitettiin molemmilta alueilta HQ₅₀ lähtövirtaamatilanteelta.

Silvolan altaan osalta poikkeuksellisen suuret luonnontulvat eivät vaikuta murtumariskeihin, koska allas sijaitsee kuivalla maalla, eikä vesistön tulvavirtaamat pääse altaaseen. Altaan oma valuma-alue on hyvin pieni ja muu teknillinen purkautuminen altaaseen on estetty monin keinoin. Tämän lisäksi on altaalla tulvakynnys, joka varmistaa, ettei altaan vedenpinta nouse yli hätäHW:n tason. Erikokoiset lähtövirtaamat vaikuttavat kuitenkin Silvolan alavirranpuoliseen vesistöön, virtaamiin, vedenpintoihin ja virtausnopeuksiin.

Silvolan altaan lähialueen vaara-alueiden osalta on ominaista, että murtumakohdista 1 tai 2 syntyy vahingonvaarat ainoastaan läntisille vahingonalueille (Viherkumpu, Vetokannas ja Silvola) ja Vantaanjoen vastaavirtausalueelle Vantaankoskelle (Ylästöntie ja silta ja Voutilan kylä). Murtuma-aallot 1 tai 2 eivät vaikuta idänpuoliselle vahingonalueelle (Ylästö). Murtumakohdista 4 syntyvät vahingonvaarat ovat vain Ylästölle, ja hyvin lieviä Viherkumpulle!

Tulvavirtaamien hydrograafit vaimentuvat Alueella 2, mutta pysyvät edelleen poikkeuksellisia-kin luonnontulvia suurempina. Tulva-aaltojen kulkunopeudet hidastuvat Alue 1:n nopeuksista, mutta eri laskentaoletusten tulva-aaltojen huiput saapuvat kuitenkin jo noin 3 - 5 h murtuman alkuhetkestä Vanhankaupunginkosken alueelle. Tietoja tästä löytyy tämän raportin kappaleesta 4.

5.2 Silvolan pato-onnettomuustulvan suuruus

Silvolan tekoaltaan patomurtuman seurauksena Vantaanjoen reitissä syntyvä tulva poikkeaa luonnontulvasta hyvin paljon. Myös murtumakohteiden sijainti 1 tai 2 (läntinen suunta), 3 (etelän suunta) ja 4 (itäinen suunta sekä myös lähtövirtaamaoletukset (MQ ja HQ₅₀) vaikuttavat tulvan suuruuteen. Altaan murtumahetkellä olevat vedenkorkeudet (HQ N60+42.86m ja W_{käyttö,min} N60+41.06m) vaikuttavat tulva-aaltojen virtaamiin, murtumakohtien vedensyövyksien ja ulospurkautuvan vesitilavuuden kautta

Silvola altaan vedentilavuus on eri analysoitujen vedenpintojen mukaan seuraava:

- * HW allas = N60-42.86m V_{allas} = 5.70 milj. m³
- * W min.käyttö,allas = N60-41.06m V_{allas} = 4.88 milj. m³

Altaan noin 5 miljoonan m³ tilavuus ei ole suuri kun se rinnastetaan vuorokauden sisällä tapahtuviin tulvaveden tilavuuksiin. Vuorokaudessa on 24 h ja 86 400 sec, 12 h = 42 200 sec, 6 h = 21 600 sec ja 3h = 10 800 sec jne.

Altaan tilavuus vaikuttaisi lisääntyvästi vesistön virtaamiin seuraavasti (Q lisäys=V_{allas} 5milj/aika)

Vaikutuksen kesto (h, sec)	Keskiarvoinen virtaamalisäys Qlisäys (m ³ /s)
1.5h=5 400sec	5 000 000 / 5400 = 926 m ³ /s Patomurtuman vaikutus lähialueelle
3h=10 800sec	5 000 000 / 10800 = 462 m ³ /s Patomurtuman vaikutus alueille 1
6h=21 600sec	5 000 000 / 21600 = 231 m ³ /s Patomurtuman vaikutus alueille 2
12h=43 200sec	5 000 000 / 43200 = 116 m ³ /s
24h=86 400sec	5 000 000 / 86400 = 58 m ³ /s

Suurin vahingonvaara tulee syntymään altaan lähialueilla ja sen takia on vahingonvaaraselvityksessä analysoitu tarkasti 9 eri tapausta lähialueella (ALUE 1). Lähialueen alavirranpuolella (ALUE 2) sijaitsevien potentiaalisten vaara-alueiden vahingonvaarat selvitetään kolmessa laskenta oletuksessa ja syntyviä virtaamia ja vahingonvaaroja verrataan erikokoisissa luonnontulvissä syntyviin vahingonvaaroihin. Siltojen tukkeutumisvaara uhkaa erityisesti padon lähialueella olevien metsien ja jokiluiskien puuston ja pensaikon takia. Koko alueella uhka talvella patomurtuma-allon aiheuttama äkillinen vedenpinnannousu, voimakas jäänlähtö ja siltatukokset. Tukosten ylävirranpuolella kertyvä tulvavolyymi tulee lisäämään vahingonvaaroja!

Tulva on suuruusluokaltaan, erityisesti padon alapuolella, mutta myös koko vahingonvaara-alueella, merelle asti, useita kertoja suurempi kuin alueilla tunnetut tai ennustetut poikkeukselliset tulvatapahtumat. Joen uoma ei kykene kaikissa murtumaoletuksissa johtamaan virtaamaa, joka kulkee uoman sivualueilla ja purkautuu sivujokiin, mm Keravanjokeen ja Longinojaan.

Patomurtumissa 1 ja 2 murtuma-aalto purkautuu ensin Vantaanjoen uomaan, jossa tulva-aalto jakautuu ja kulkee jokiuomassa molempiin suuntiin,

1. vastaviirtaan yli Ylästöntien ja tiesiltaan, Vantaankoskeen asti ja
2. myötävirtaan Vantaanjokea pitkin.
3. vain pienempi osa purkautuvasta vesitilavuudesta kulkee varsinaisille vahinkoalueille Viherkoskelle, Vetokannalle ja Silvolan alueille.

Patomurtuma 3:n on oletettu tapahtuvan pato I:n eteläpuolella, paikassa jossa pato on suhteellisen matala. Murtuma-aalto on muita oletettuja murtumakohteisiin nähden suhteellisen pieni ja vaikutukset alavirran suuntaan jää muita patomurtumatulva-aaltoja selvästi pienemmiksi!

Patomurtuma 4, tapahtuu padollaa II ja suunta kohti itää ja pientaloaluetta Ylästöässä. Vahingonvaaroja alkaa syntyä välittömästi murtumatapahtuman aikana ja tulva-aallon kulkutien läheisyydessä, lähellä alueen läntistä rajaa lunnonaluemetsässä olevat asuinrakennukset ovat sortumavaarassa. Alueen tulvatietämystä ei ole, koska alue sijaitsee hyvin korkealla Vantaanjoen yläpuolella eikä kukaan asukkaista voisi kuvitella tulvan nousevan sinne! Tämä lisää alueelle kohdistuvaa vahingonvaaraa! Alavirran suuntaan kulkeva patomurtuma 4:n tulva-aalto on nopeampi kuin muiden patomurtumien tulva-aallot, koska huomattavia tulvaveden varastoalueita ei ole olemassa ja Vantaajokea vastaanvirtaan kulkeva tulva-aallon osuus on paljon pienempi kuin esimerkiksi murtumatulva-aaltojen 1:n tai 2:n osalta.

Taulukossa 5.1 on esitetty neljän koko projektialuetta käsittävän tulvalaskennan tulokset ja on verrattu ne keskiveden korkeuksiin (MW) ja tulvakorkeuksiin (MW₅₀), sekä niiden virtaamiin.

H?

Taulukko 5.1 Pato-onnettomuustulvavaaran esitys vertaamalla laskentatuloksia luonnontulviin

Vertailupaikka Hydrograafitulospiste	Lähtövedenpinnat ja -virtaamat						1. Murt-1_4286_MQ				2. Murt-4_4286_MQ				3. Murt-1_4286_hq50				4. Tapaus 3 + silatatukokset			
	No	Nimi	MW	MQ	HW50	HQ50	Wmax	TWmax	Qmax	Wmax	TWmax	Qmax	Wmax	TWmax	Qmax	Wmax	TWmax	Qmax	Wmax	TWmax	Qmax	Tukos
21	Ylästönt. silta	16.65	13	18.87	179	23.09	0.7	-478	17.40	2.0	-32	23.48	1.00	-299	23.94	1.1	1					
2 (5)	Murtuma 1					29.21	0.7	1828	(17.50)	1	-61	22.35	0.70	1828	23.91	1.3	1					
24	HSY ved.ot.pato	16.35	13	18.70	179	21.39	1.1	770	17.63	0.9	-122	22.18	1.10	858	23.70	1.1	1					
15(27)	Murtuma 4			13.87	179	16.91	1.2	757	33.35 (18.34)	0.8	1380	17.28	1.25	856	16.01	1.5	1					
28	Ruutinkoski yläp.	9.5	13	11.51	179	13.23	1.4	752	14.15	1.00	1085	13.55	1.35	838	12.57	1.6	1					
29	Ruutinkoski alap.					12.24	2.1	750	12.49	1.2	1000	12.64	1.70	813	13.23	2	2					
32	Tuusulan väylän yläp.	6.65	14	9.12	191	11.05	2.6	614	10.81	1.5	774	11.55	2.3	723	12.88	2.2	2					
39	Keravanjoki Brobackan silta	6.67	3	9.36	53	10.90	2.7	-65	10.60	1.7	+44	11.47	2.45	-9	11.61	2.7	3					
43	VJ+KJ yhdessä	6.63	17	9.02	244	10.85	2.7	577	10.56	1.6	596	11.28	2.55	727	11.56	2.9	3					
46	Kehä 1:n KL-silta	6.62	17	8.79	244	10.08	3.3	516	9.56	1.7	539	10.54	3.4	604	11.08	2.9	3					
51	Pukinm.RT-silta, yläp	6.59	17	8.65	244	9.71	3.7		9.10	2.15	465	10.22	3.7	558	11.44	3.3	4					
55(54)	Oulk-Hertt RT+KL si.	6.55	17	8.45	249	9.58	3.75	362	8.93	2.35	280	10.09	3.9	455	10.68	3.9	5					
59	Lahdenväylän silta	6.5	17	8.13	249	8.91	3.8	358	8.38	2.40	256	9.32	3.9	453	8.50	4.3	5					
60	Vanh.kaup.kosk.yläp.	6.5	17	8.09	249	8.94	3.9	345	8.37	2.40	241	9.37	3.9	440								
63	Länt.haara.pato, yläp.	6.47	10	8.00	136	8.29	3.9	176	7.85	2.45	124	8.64	4.0	227								
69	Itäinen haara		7		113	6.11	3.9	176	5.84	2.45	115	6.33	4.0	213								

ks. s. 98
vertailu luonnon-
tulviin

Taulukko 5.2 Pato-onnettomuustulvavaaran esitys vertaamalla laskentatuloksia luonnontulviin

Vertailupaikka Hydrograafitulospiste		Lähtövedenpinnat ja -virtaamat					Projektialueen vertailutulvan virtaama (Q m ³ /s)				
No	Nimi	MW	MQ	HW50	HQ50	HQ20	HQ50	HQ100	HQ250	HQ1000	
21	Ylästönt. silta	16.65	13	18.87	179	155	179	198	222	259	
2 (5)	Murtuma 1										
24	HSY ved.off.pato	16.35	13	18.70	179	155	179	198	222	259	
15(27)	Murtuma 4			13.87	179	155	179	198	222	259	
28	Ruutinkoski yläp.	9.5	13	11.51	179	155	179	198	222	259	
29	Ruutinkoski alap.					155	179	198	222	259	
32	Tuusulan väylän yläp.	6.65	14	9.12	191	165	191	211	236	275	
39	Kerav.j.Brob.silta	6.67	3	9.36	53	47	53	58	65	76	
43	VJ+KJ yhdessä	6.63	17	9.02	244	212	244	269	301	351	
46	Kehä 1:n KL-silta	6.62	17	8.79	244	212	244	269	301	351	
51	Pukinm.RT-silta, yläp	6.59	17	8.65	244	212	244	269	301	351	
55	Oulk-Hertt RT+KL si.	6.55	17	8.45	249	216	249	274	307	357	
59	Lahdenväylän silta	6.5	17	8.13	249	216	249	274	307	357	
60	Vanh.kaup.kosk.yläp.	6.5	17	8.09	249	216	249	274	307	357	
63	Länt.haara.pato, yläp.	6.47	10	8.00	136	121	139	153	172	200	
69	Itäinen haara		7		113	95	110	121	135	157	

Vertailu taulukko 5.1 laskentatulokset osoittaa, että pato-onnettomuustulvien virtaamat ovat vielä ALUE 1:n alapuolisella rajalla (Ruutinkoski) noin 3-4 kertaa suurempia kuin HQ1000 luonnontulvavirtaamat.

Keravanjoen tulon Vantaanjokeen jälkeen vastaavanlaiset luvut ovat pieneentyneet noin 2:een

Pukinmäen rautatiesillan kohdalla ovat pato-onnettomuustulvat vielä noin 1.5 kertaiset HQ1000 tulvan virtaamaan nähden.








Ennen purkautumista Vanhankaupunginkosken kahteen haaraan on patumurtumatulvien virtaama pienentynyt samansuuruiseksi tai jonkun verran pienemmäksi kuin HQ1000 luonnontulva.

5.3 Vahingonvaaran määrittely ja sovellutus vahinkokohteisiin

Tässä Silvolan tekoaltaan vahingonvaaraselvityksessä on sovellettu vahingonvaaravyöhykettä Patoturvallisuusoppaan 2010 mukaisesti: Vahingonvaarat määriteltiin kuitenkin ainoastaan vahinkoparametrin vD mukaan, koska 2D mallilaskenta tuottaa vahinkokohteeseen tai sen lähelle tuloksena virtausnopeuden v (m/s) ja vesisyvyyden D (m). Näistä kahdesta on suoraan mallilaskennan tuloksena muodostettu:






$$\text{vahinkoparametri } vD \text{ (m}^2\text{/s)} = v \text{ (m/s)} * D \text{ (m)}$$

Vahingonvaarojen vakavuuden mukainen skaala on esitetty kuvassa 5.1. Vastaavanlaisen skaalan värit on käytetty vahingonvaaraparametriä esittävissä kartoissa ja taulukoissa.

	$vD = 0$ tai vD on negatiivinen, mikä tarkoittaa, ettei vesi nouse vahinkotasolle asti, vahinkokohde saattaa olla kuitenkin saarroksissa tai tulvan läheisyydessä ja tulvavesi saattaa päästä myös kellaritiloihin viemärien kautta
	$vD < 0.3$ Vettymisvahinkojs, mutta vain lievää vahingonvaara
	$vD = 0.3 - 0.5$, mikä tarkoittaa ihmisille lievää vahingonvaaraa
	$vD = 0.5 - 1.0$, mikä tarkoittaa ihmisille korkeaa vahingonvaaraa ulkona tulvan aikana
	$vD = 1.0 - 3.0$, mikä tarkoittaa ihmisille lievää vahingonvaaraa suojassa talon sisällä, vaikka taloille syntyy eriasteisia vaurioita.
	$vD = 3.0 - 7.0$, mikä tarkoittaa ihmisille suurta vahingonvaaraa suojassa talon sisällä, hyvin rakennetuille taloille tulvavahinkoja ja kevytrakenteisille taloille sortumisvaara
	$vD > 7 \text{ m}^2\text{/s}$, mikä tarkoittaa myös hyvin rakennetuille taloille suurta sortumisvaaraa

Kuva 5.1 Vahinkovaaran vakavuutta kuvaavan vahinkoparametrin vD väriskaala

Toinen vahinkoja kuvaava tekijä on vedensyvyys, jota käytettiin Silvolan vahingonvaaraselvityksessä toisissa karttasarjoissa. Virtausnopeutta esittävistä kartoista luovuttiin, koska virtausnopeudet on esitetty taulukkotuloksissa ja voidaan myös laskea saman kohteen vedensyvyyden ja vahinkoparametrin perusteella. Kartoissa esitetyt veden peittävyysalueet eri vesisyvyys- ja väriskaaloissa on esitetty kuvassa 5.2

Peittävyys	Vedensyvyys
	$D = 0-0.5 \text{ m}$
	$D = 0.5 - 1.0\text{m}$
	$D = 1.0 - 2.0\text{m}$
	$D = 2.0 - 3.0 \text{ m,}$
	$D > 3 \text{ m}$

Kuva 5.2 Tulvakatoissa käytetty vedensyvyyksien peittävyyskaala

Tärkeimmät, kartoituksessa ja taulukkolaskennassa käytetyt vahingonvaaran kriteerit ovat:

Alhainen tulvan vaarallisuusvyöhyke	$vD = 0-0.5 \text{ m}^2/\text{s}$
Keskimmäinen tulvan vaarallisuusvyöhyke	$vD = 0.5-3.0 \text{ m}^2/\text{s}$
Korkea tulvan vaarallisuusvyöhyke	$vD = 3.0-7.0 \text{ m}^2/\text{s}$
Erittäin korkea tulvan vaarallisuusvyöhyke	$vD < 7.0 \text{ m}^2/\text{s}$

Silvolan vahingonvaaraselvityksessä käytetään rekistereistä saatavia tietoja (Raportin liite 9.1) seuraavasti:

- Perustana on ollut, että ihmisille kohdistuvat vahingonvaarat määriteltiin montako ihmistä oli erityyppisissä vahinkoryhmissä sijaitsevissa asuintaloissa rekisteröity. Eri-tyyppiset asuintalot on arvioitu tarjoavan eritasoista suojaa pato-onnettomuustulvaa vasten.
- Vahinkoryhmän kohdalla olevan kesimääräisen vahinkoparametrin mukaan määriteltiin ihmisille kohdistuvia vahingonvaaroja ulkosalla, ilman suojausta.
- Talojen suojassa olevat ihmiset tai ulkoisalla olevat ovat vaihtoehtoisia kokonaislukuja. Selvityksessä ei otettu kantaa siihen kuinka suuri osa ihmisistä jäisi taloihin suojaan ja kunka monta vaeltaisi tulvassa!
- Kaikki rekisterissä olevat ihmiset on analyysissä käsiteltävä samanlaisena. Eri ryhmien esim. ikäjakautuman mukaisia erilaisia haavoittuvuuskertoimia (lapset ja ikäihmiset) ei ole käytetty.
- Asuinrakennukset on jaettu kolmeen ryhmään. Jokaiselle ryhmällä on rekisteripoiminnat rakennusten lkm. ja niissä asuvien ikmisten lkm.
 - AR1 tarkoittaa tietyn vahinkoryhmän sellaisten asuinrakennusten lkm. joiden rakennusaineeksi on rekisterin mukaan ilmoitettu puu (kevytrakenteinen)
 - AR2 tarkoittaa tietyn vahinkoryhmän sellaisten asuinrakennusten lkm. joiden rakennusaineeksi on rekisterin mukaan ilmoitettu kiviaine tai teräs (vankkarakenteinen)
 - KR Kerrostalojen lkm, oletus on, että kerrostalo on vankkarakenteinen
- Omaisuusvahinkojen määrittämiseksi on poimittu rekisteristä myös tietoja rakennuksista, joissa ei ole ilmoitettu asukkaita, kuten:
 - TR Talousrakennus, kevytrakenteinen
 - VAPR Vapaa-aikarakennus, kevytrakenteinen
 - TEOLL Teollisuusrakennus, vankkarakenteinen, ei väestötietoja
 - JULK Julkinen rakennus (esim.koulu), ei väestötietoja
 - URH Urheiluhalli ym. ulkotila, ei väestötietoja
- Rakennusten vahingonvaaran sektorointi:

Vah.vaaran vakavuus	Vahingonvaarassa olevat rakennukset $vD \text{ (m}^2/\text{s)}$					
	AR1	AR2	KR	TR	VAR	TEOLL+JULK+URH-rakennukset
ei vaaraa	0 tai (-)	0 tai (-)	0 tai (-)	0 tai (-)	0 tai (-)	0 tai (-)
vettyminen	0-2	0-3	0-3			
vauriot	2-3	3-7	3-7	<3	<3	<7
sortuma	>3	>7	>7	>3	>3	>7

- Ihmisille kohdistuvan vahingonvaaran sektorointi:

Vah.vaaran vakavuus	Vahingonvaarassa olevat ihmiset $vD \text{ (m}^2/\text{s)}$	
	Ulkosalla	Asuinrakennuksen sisällä AR1, AR2+KR
ei vaaraa	0 tai (-)	0 tai (-)
lievä	<0.5	<3
mittava	>0.5	>3

- Siltavahingot: Tulkitaan vedenpinnan korkeutta suhteessa siltakannen alapuolen tai yläpuolen korkeuksiin.
- Tievahingot: Tulkitaan vedenpinnan korkeutta suhteessa tulvan alla olevaan tiejakson korkeuteen ja tulvimisen pituuteen.
- Kunnallistekniikan, sähkölaitteiden ja kaukolämpökohtien vahingot. Tulkitaan vahinkokorkeuden suhteessa vedenintaan perusteella.

Rekisteripoinninnat tehtiin taustatyönä mallilaskennalle: Määriteltiin karkeasti vahinkoalueiden koko ja. Vahinkoalueelle tehtiin karttojen pohjalta tieverkoston ja taloryhmien mukaan jaot eri vahinkoryhmiin. Tällä potentiaaliselle aluejaoille suoritettiin rekisterihaut. Rekisteripoinninnat koskevat tässä vaiheessa kokonaislukuja ja sektorointi vahingonvaaran vakavuuden mukaan tehdään mallilaskentatietojen pohjalta

5.4 Osa-aluejako ja potentiaaliset vahinkoalueet

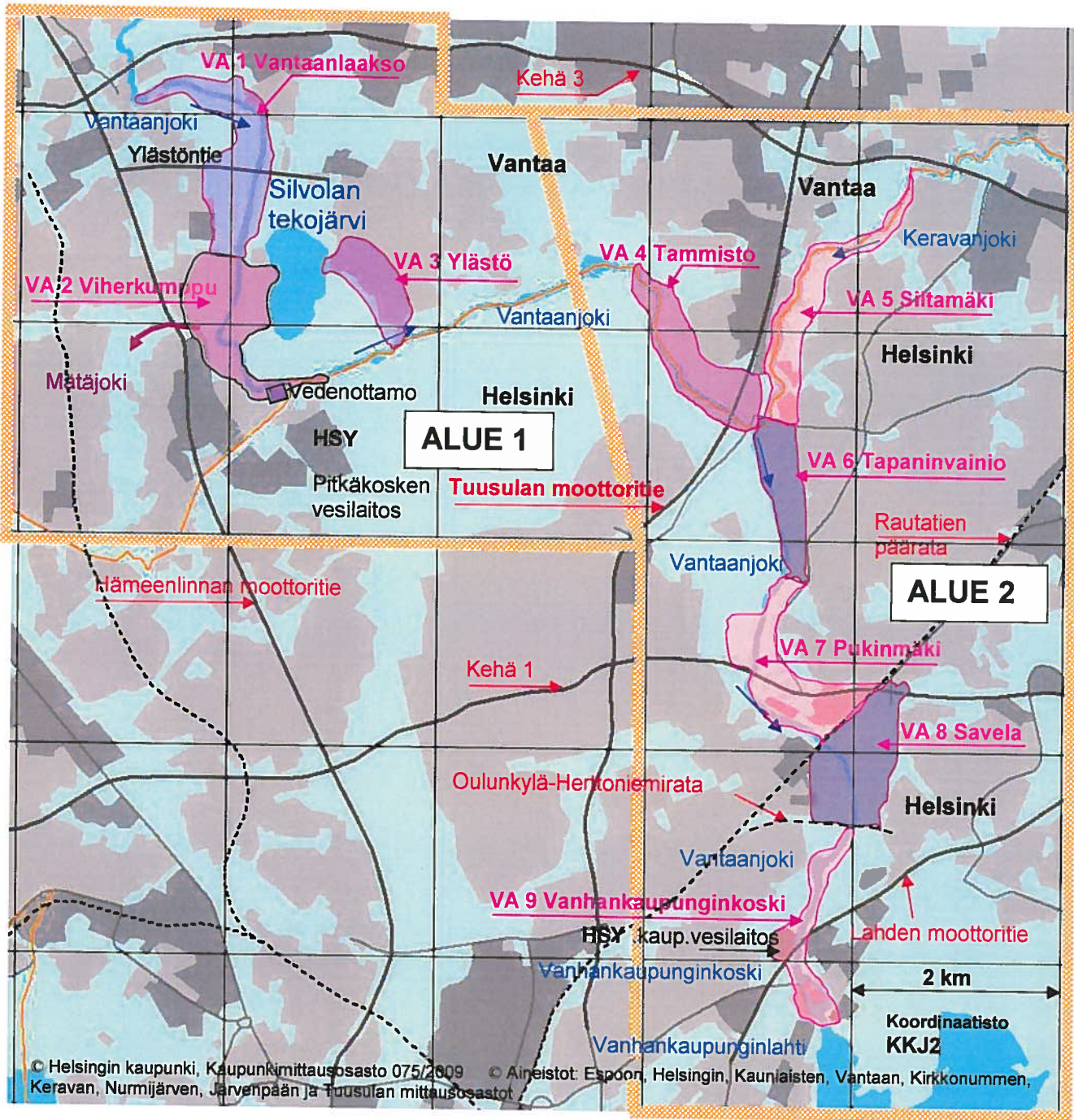
Silvolan tekoaltaan pato-onnettomuustulvien vahingonvaarojen kartoittamiseksi on kehitetty koko aluetta (ALUE 1+ALUE 2) koskeva tulostuspistejärjestelmä. Tällöin saadaan käyttöön kaikille laskentatapauksille yleispätevä 2D mallilaskennan tulostusjärjestelmä. Mallitulosten kohdentaminen potentiaalsiin vahinkokohteisiin tapahtuu vahinkokohdelistoissa. Alue on jaettu 9 vahinkoalueeseen (Taulukko 5.3 ja kuva 5.3)

Taulukko 5.3 Silvolan tekoaltaan patomurtumatulvissa vahinkoja kärsiviä vahinkoalueita





No:	ALUE	nimi	sillat ja padot	muut pääasialliset vahingonvaarat
1	1	Vantaanlaakso	1. Mustakosken KL-silta 2. Ylästönsilta	Vahingonvaaroja syntyy tapauksissa, joissa osa patomurtumatulvasta kulkee Vantaanjoessa ja sen sivualueita pitkin vastavirtaan. Ylipurkautumisen ja tulvimisen takia syntyy tie- ja siltavahinkoja.
2	1	Viherkumpu, Vetokannas ja Silvola	3. HSY pohjapato 4. Silvolan tiesilta 5. Pitkäkosken putki- ja kävelysilta	Vahinkokohteet sijaitsevat jokiuomassa ja Vantaanjoen oikeanpuolisilla alueilla. Vahinkokohteena ovat pääasiallisesti pientalot ja joitakin kerrostaloja. Jukuoman vieressä sijaitseva HSY:n Pitkäkosken vesilaitoksen Vantaanjoen pumppaamo sijaitsee vaara-alueella.
3	1	Ylästö	ei siltoja	Alue on kokonaisuudessa pientaloaluetta ja lähellä patomurtuma-aallon kulkutietä syntyy joillekin taloille huomattavia vahingonvaaroja. Myös paikallinen katu- ja tieverkosto kärsii eriasteisia vahinkoja.
4	2	Haltiala-Tammisto	6. Niskalan KL-silta 7. Tuusulan väylän kaksoissilta 8. Tapaninvainion tiesilta	Vahinkokohteena ovat joen oikealla puolella sijaitsevat Haltialan tilan joenläheiset rakennukset ja joen oikealla puolella sijaitsevan Tammiston alue. Tammiston alueella vahingonvaarassa ovat joen läheiset pientalot ja jätevedenpumppaamot. Tammiston kerrostalot sijaitsevat suhteellisen korkealla ja mahdolliset vahingot liittyvät vettymiseen. Erityisvaarana on, että alueen tulvavedenpinta nousisi niin korkealle, että tulva purkautuisi Valimontien moottoritien alituskaukaloon, joka saattaa täyttyä tulvavedellä.
5	2	Keravanjoki (molemmipuoliset ranta-alueet), Siltämäki ja Tapaninvainio	9. Tapaninkyläntien silta 10 Brobackan kivisilta 11. Siltämäen KL-silta 12. Kirkonkylän myllypato 13. Sateenkaaren Raittisilta	Tulva-aallon nopea nousu Vantaanjoen ja Keravanjoen yhtymäkohdassa aiheuttaa Keravanjokea pitkin vastavirtaan kulkevan tulva-aallon kulun, jolloin vedenpinta nousee yli myllypadon harja. Tämän tulvimisen vaikutus rajoittuu kuitenkin Sateenkaaren siltaan. Alueella on pientaloja ja pumppaamoja.

Taulukko 5.3 Silvolan tekoaltaan patomurtumatulvissa vahinkoja kärsiviä vahinkoalueita, jatkoa

No:	ALUE	nimi	sillat ja padot	muut pääasialliset vahingonvaarat
6	2	Tapaninvainio 2+3	14. Tuomarinkylän KL-silta	Tapaninvainion potentiaaliset vahingonvaara-alueet sijaitsevat Vantaan joen vasemmalla puolella jokiuoman läheisyydessä. Alue rajoittuu pohjoispuolella Tapananinkyläntiehen ja etelässä Pukinmäen rajaan. Vahinkokohteet ovat pientaloja ja jätevedenpumppaamo
7	2	Pukinmäki ja Itä-Pakilan siirtolapuutarha Vantaanjoen oikealla puolella	15. Kehä I:n KL-silta 16. Kehä I:n moott.tien kaksoissilta 17. Käskynhaltijantien s. 18. Pukinmäen rautatie-silta	Pukinmäen vahingonalueet sijaitsevat Vantaanjoen vasemmalla puolella, Itä-Pakilan siirtolapuutarha-alueetta ja Patolan voimalaitoksen huoltotunnellia lukoonottamatta. Vahinkoalueen pohjoisraja on raja Tapaninvainioon ja etelän raja on Rautatiepenger. Potentiaaliset vahinkokohteet sijaitsee suhteellisen korkealla, mutta tulvimisen vaara syntyy silloin kun siltatukos muodostuu. Alueella sijaitsee huomattava määrä kerrostaloja, joten asukkaiden määrä on suuri. Erityisvaarana on, että Pukinmäen rautatiesilta ja sen alavirranpuolinen KL-silta menevät tukkoon. Tulva tulee todennäköisesti nousemaan silloilta ylävirranpuolella sijaitsevalle kerrostaloalueelle ja sen kautta Kehä I tien rautatien alituskaukaloon, joka jää monta metriä veden alle. Tulvaa voi leviää myös Pukinmäen keskusta.
8	2	Savela	19. Pukinmäen KL-silta 20. Oulunk.-Herttoniemi RT-silta+KLsilta	Savelassa sijaitsee vahinkokohteita Vantaanjoen molemmin puolin. Alueen pohjoisraja kulkee rautatiepenkan juurella ja etelänpuolinen raja kulkee Oulunkylä-Herttonin ratapenkan linjan alavirranpuolella. Osa alueesta on hyvin alaava ja kärsii jo mittavilla luonnontulvilla tulvahaittoja, jotka tulee patomurtumatulvissa syventymään. Alueella sijaitsee sekä pientaloja, että kerrostaloja ja kouluja. Joen vasemmalla puolella sijaitsee laajaa siirtolapuutarha-alue. Erityisvaarana on, että Oulunkylä-Herttoniemi Rautatiesilta ja sen alle rakennettu KL-silta menevät tukkoon ja tukos tulee todennäköisesti aiheuttamaan siltasortuman. Tukos tulee aiheuttamaan huomattavaa lisääntyvää vahingonvaaraa Savelan, joen molemmin puolille asuin- ja siirtolapuutarhan alueille. Longinojaa pitkin pääsee tulva Kehä I:n rautatien alituskaukaloon ja Pukinmäen keskusta.
9	2	Pikkukoski-Vanhankaup.-koski	21. Viikinmäen KL-silta 22. Lahden väylän moott. tiesilta 23. Läntisen haaran neulapato 24. Läntisen haaran Viikin tiesilta 25. V.kaup.kosken kivipato 26. Putki- ja kävelysilta 27. Itäisen haaran Viikin tiesilta 28. Itäisen haaran KL-silta kosken alapuolella	Alueella sijaitsevat vahinkokohteet ovat lukumäärältään pieniä, mutta ongelmat saattavat olla mittavia. Alueen pohjoisraja kukee Oulunkylä-Herttoniemi ratapenkan etelänpuolisella juurella ja etelänpuolinen raja on merilahti. Mittavia vahinkoja saattaa syntyä HSY:n Vanhankaupungin vesilaitokselle, johon tulvavesi saattaa päästä tunnelia pitkin. Toinen huomattava vahinkokohde on Läntisessä koskessa yli sataa vuotta vanha kivipato, joka saattaa sortua jo patomurtuman nousuvaiheessa. Tätä patosortumaa ei ole otettu huomioon mallilaskennassa. Mikäli pato kestää tulee padon ylävirranpuolinen vedenpinta nousemaan padon sivumuuria korkeammaksi ja tulva purkautuisi joen oikeallapuolella sijaitseviin Lämpövoimala- ja Vesivoimalamuseoihin.



Selostus:

-  Projektialueen raja
-  Joen virtaussuunta
-  Vahinkoalueen No ja nimi
-  Potentiaalinen vahinkoalue

Kuva 5.3 Silvolan tekoaltaan ja vahingonvaaraselvityksen potentiaalisten vahinkoalueiden sijainti

5.5 Vahinkokohteiden paikkatieto ja rekisteritiedot

5.5.1 Vahinkokohteiden paikkatieto

Vahinkokohteiden paikkatieto koostuu YKJ-koordinaatteista ja N₆₀-korkeusjärjestelmän mukaisesta korkeudesta. Aineistona käytettiin Maanmittauslaitoksen kartta-aineiston yhdessä 2m ruudukon korkeusmallin kanssa. Molempia käytettiin yhdistettynä ja vahinkokohteiden paikkatieto määriteltiin käsin.

Silvolan tekoaltaan vahingonvaaraselvityksessä käytettiin vahinkokohteena useita vahinkotyyppiejä. Joidenkin osalta vahinkokohde koskee vain yhtä objektia, mutta vahinkokohde voi myös representoida vahinkoryhmää, jossa voi olla useita erityyppisiä taloja ja niissä asukkaita. Vahinkorymänä voi olla myös tie tai asuinalueiden katuverkosto (risteyskohdat). Vahinkokohde- tai vahinkoryhmätyypit on esitetty Taulukossa 5.4 ja raporttiliitteessä 9.1.

Taulukko 5.4 Vahinkokohde (VK)- tai vahinkoryhmä(VR)tyypit

Vahinkokohde- tai Vahinkoryhmätyypit			Selvennys
No:	PÄÄTTYYPPI	ALATYYPPI	
1	JOKI	JOKIUOMA	Tärkeät kohteet, siltojen ylä ja alapuolella
		SILTA	Eri siltatyyppit
		SÄÄN:PATO	Jokiuomassa säännöstelypato tai pohjapato
		OJA	Jokien sivuoajat
2	SÄHKÖ	SÄHKÖLAITOS	Alueellinen kytkinkeskus ym.
		PYLVÄS	Tulva-aallon kulkutiellä oleva linjapylväs
		MUUNTAAMO	Muuntamo tai samanluokkainen rakenne
		SÄHKÖLAITE	Tulva-arka sähkölaite
3	KUNN	VESILAITOS	Vesilaitosrakenteessa oleva vahinkokohde
		VEDENOTTAMO	Vedenottamon sisätila tai ulk. välppäämö
		JÄTEVED.PUMP	Jätevedenpumppaamo + laitteet
4	PATO	ALLAS	Silvolan altaan keskellä oleva kohde
		MURT 1,2,3,4	Eri murtumaoletusten padon murtumapaikka
		PATO	Murtumalinjassa oleva kohde padossa
		MURT-MAASTO	Murtuman alapuolella olevat maastokohdat
5	ASUINALUE	AsRak	Vahinkokohteena yksittäinen rakennus
		AsRyhm. NIMI	Asuinryhmän koodimimi
		AsRyhm-AsRak	Asuinryhmän alimman maaston AsRak
		Muu AsRak-tyyppi	TalRak, VapARak, KR, JULK
6	TIE	Tie	Tulvimisen vaarassa oleva tiekohta
		Katuverkko	Asuinalueen katuverkon risteyskohdat
		Moottoritie	
		Moottoritien alitus	Moottoritien alitustiekohdat
		KL-tie	Kevytliikennetie
		Polku	polku

5.5.2 Vahinkokohteiden rekisteritieto

listapöytä sisältää rekisteritietoja ja barottoja

Vahinkokohteiden rekisteritiedot määriteltiin SeutuCD'09 järjestelmän avulla. Käytettiin SeutuCD'09:n maastotietokannan ja rekisterien välistä linkkiä. Tällöin voitiin karttojen tason mukaan siirtää vahinkokohdetiedot YKJ koordinaattijärjestelmästä SeutuCD'09 vaatimaan KKJ2 järjestelmään. Kahden koordinaatiston rinnakkaiskäyttö katsottiin tarpeelliseksi, koska yksinkertaistetut koordinaattimuunnokset eivät tarjonneet riittävää tarkkuuta.

Samanaikaisesti vahinkokohdelistan kehityksen kanssa määriteltiin ja nimitettiin vahinkoalueiden alajakona olevat vahinkoryhmät. Joitakin yksittäisiä rakennuksia ja muita kohteita käsiteltiin erikseen. Jokaiselle vahinkoryhmälle annettiin referenssivahinkokohde, jonka paikkatieto on myös tulostusjärjestelmässä. Näin saatiin laskentatulosten mukaan määritelty vahingonvaara rakennuksille ja väestölle kohdistettua vahinkoryhmään maastokorkeudeltaan matalimmille vahinkokohdille. Maastonkorkeus muuttuu vahinkoryhmän alueella ja tämän huomioon ottamisen helpottamiseksi on korkeusmallista poimittu ryhmän korkein maasto yhden rakennuksen kohdalla. Tämän lisäksi määriteltiin ryhmän rakennusten keskinääräinen korkeus.

Vahinkoryhmäkohtaiset rekisteripoinninnat tehtiin suurimman tulvapeittävyuden arvion pohjalta. Yksittäisen laskentatapauksen tulvavaaraa ei rekisteripoinninnan vaiheessa huomiota. Samaa poimintatulosta käytettiin kaikissa laskentatapauksissa. Kunkin laskentatapauksen vahingonvaara poikkeaa toisista ajoista. Sama rekisteripohjan käyttö mahdollistaa vertailun rekisterinmukaisen vahingonvaarapotentiaalın ja laskentatapausten välillä. Asukkaat ja rakennukset tulva-alueella, väestö- ja rakennusrekisteritiedot on koottu liitesarjaan 8. Rekisteriaineiston sisältö ja muunnokset työskentelyn yhteydessä on selostettu lukuohjeessa liite 8.1. Rekisteritiedot muutettiin vahinkolistan formaatiksi ja ne sijoitettiin vahinkolistaan. Tämän vahinkokohdelistaversioiden pohjalta määriteltiin vahinkoaluekohtaiset vahinkopotentiaalit. Vahinkovaarapotentiaali kertoo ainoastaan eriaistaisessa vahingonvaarassa olevat ihmiset ja rakennukset. Koottu aineisto on taustaraporttiliitteessä 8.2. Potentiaalisten vahingonvaarojen yhteenveto on liitteessä raportti 8,2 ja taulukossa 5.5. Vahingonvaarojen sektorointi tehdään vasta seuraavassa vaiheessa vahinkokohdelistan avulla.

Rekisteripoinnintojen avulla ryhmiteltiin rakennukset ja niissä asuvien ihmisten lukumäärät rakennustyyppiin ja rakennusmateriaalin avulla.

Rekisteripoinninnan loppumuoto on:

Rakennukset, joissa reksterin mukaan on asukkaita:

VK-listan rakennustyyppi:	SeutuCD'09 rekisteri
AR 1-2krs, RAK kevyt	Rakennukset alueena, pks_rak (KATAKERS, RA, RT
AR 1-2krs, RAK vankka	Rakennukset alueena, pks_rak (KATAKERS, RA, RT
KR kerrostalo, RAK vankka	Rakennukset alueena, pks_rak (KATAKERS, RA, RT
asukkaat lkm asuintalonsa mukaan	pkv_vaki, ASYHT

Rakennukset, joissa ei ole asukkaita:

VK-listan rakennustyyppi:	SeutuCD'09 rekisteri
TR talousrak, RAK kevyt	Rakennukset alueena, pks_rak (KATAKERS, RA, RT
VAPR vapaa-aiarak. RAK kevyt	Rakennukset alueena, pks_rak (KATAKERS, RA, RT
TEOLL, teollisuusrak RAK vankka	Rakennukset alueena, pks_rak (KATAKERS, RA, RT
JULK, julk.rak,koulu RAK vankka	Rakennukset alueena, pks_rak (KATAKERS, RA, RT

Taulukko 5.5 Silvolan altaan pato-onnettomuustulvan potentiaaliset vahingonvaarat vahinkoalueilla asuville ihmisille ja taloille.

No:	VAHINKOALUE	AR 1-2krs		AR 1-2krs		KR (Kerrostalo)		TR (talousrak. kevytrak.)	VAPR (vapaa-aika-rakennus)	TEOLL (teollisuus-rakennus)	JULK (julkinen rakennus)	URH (Urheiluhallit ym. ulkotila)	Yhteensä.	
		RAK kevyt	asukkaat /lkm	RAK vankka	asukkaat /lkm	RAK vankka	asukkaat /lkm						Raken-nukset	Ihmiset
VA 1	Vantaanlaakso	14	31	1	3	0	0	11	1	2	0	0	29	34
VA 2	Vierokumpu	58	174	35	235	9	156	44	133	3	1	0	283	565
VA 3	Ylästö	217	912	21	81	0	0	116	10	0	2	0	366	993
Yht. ALUE1	Vantaankoski-Ruutinkoski VA1+VA2 (vain murt 1 ja 2) VA3 (vain murt 4)	72	205	36	238	9	156	55	134	5	1	0	312	599
	Yhteensä	217	912	21	81	0	0	116	10	0	2	0	366	993
VA 4	Tammisto	289	1117	57	319	9	156	171	144	5	3	0	678	1592
VA 5	Siltämäki	63	228	68	597	22	1693	79	1	0	0	0	233	2518
VA 6	Tapaninvainio	33	109	5	14	1	4	17	0	0	2	0	58	127
VA 7	Pukimäki	130	522	25	96	0	0	55	0	0	2	1	213	618
VA 8	Savela	28	128	8	21	17	1340	36	434	7	14	0	544	1489
VA 9	Vanhankaupunginkoski	11	32	21	269	77	2789	53	208	3	5	0	378	3090
Yht. ALUE	Ruutinkoski-Van.kaup.koski	267	1024	127	997	120	5908	241	643	22	23	0	1444	7929
Yht A1+A2	Silvolan vahinkoalue	556	2141	184	1316	129	6064	412	787	27	26	3	2124	9521

mi-talonrakentaja
443
134
235
34
599
kerrosalot
kerrosalot ~ 6000 as.
1-2 krs. VAI+2 443 VA3/VA4 ~ 1000 as. 1024
kerrosalot ~ 6000 as.
1-2 krs. 2057 1024
mp1 912 + 1024
mp4 912 + 1024
kerrosalot 6064
mp1: 2057 + 1024 + 997 = 2464
mp2 (mp4): 912 + 81 + 1024 + 997 = 3014

5.6 Mallilaskennan tulosten käyttö vahinkojen määrittelyssä

5.6.1 Yleistä

Tärkeät tiedot, jotka mallilaskennan avulla haettiin ovat:

- Tulva-aallon kärjen ja huipun vedenkorkeuksien saapumisajat eri vahinkokohteisiin tai niiden lähialueille (vaara alkamassa, määritellään 2D laskennan avulla).
- Vedensyvyudet vaarakohteissa.
- Tulvan virtausnopeudet ja nopeusvektorin suunta vaarallisuuskohteissa tai niiden välittömässä läheisyydessä. (saadaan 2D mallilaskennasta suoraan).
- Virtaamat määritellään 2D laskentatuloksia integroimalla tärkeisiin referenssikohteisiin.
- Informaatio tulvan viipymisestä vahinkokohteissa (Millä hetkellä tulva on laskenut alle vaaratasen).
- Informaatio laskennan oletetusta lähtötilanteesta (kuiva uoma tai erikokoiset luonnon-tulvatilanteet) ja vertailu tunnettuun ”tavanomaiseen tulvatilanteeseen, esim. HW₅₀.
- Kaikki laskentatulokset (märkä alue) säilytetään 6 minuutin aika-askelten välein.
- Karttatuloksia varten kootaan tulvan maksimiarvoja sisältävä vedensyvyys, virtausnopeus ja vahinkoparametriaineisto, jonka pohjalta voidaan laatia karttatulokset määrätyille vedensyvyys- virtausnopeus- ja vahinkoparametrialueille
- Tulvan etenemisen esittämistä varten määritellään annetulle aikaskenaariolle aikaansidottu tulvapeittävyys.

Patomurtumamallilaskenta ja tulva-aaltolaskenta on suoritettu maanmittauslaitoksen 2m ruudukon korkeusmallin (YKJ xyz, N60+m) pohjalta kehitetyn virtausmallin 2D-uomaverkkomallin avulla ja tulokset on esitetty kappaleessa 4. Tulosten rakenne on Hämeen ELY-keskuksen julkaiseman PATOTURVALLISUUSOPPAAN luonnoksen 2010 mukaan.

Vahinkovaarojen määrittely tapahtuu vahinkokohdelistoissa Excelltaulukkolaskennan avulla. Yksityiskohtaiset kriittisten kohteiden vahingonvaarojen tarkistukset tehdään vahinkoparametriä esittävien aktiivisten karttojen avulla. Tätä kappaletta edeltävissä kappaleissa on esitetty vahingonvaarojen määrittelyssä tarvittavat laskentatulokset ja muita taustatiedot.

1. **Perustiedot altaasta ja vesistöistä** on esitetty tämän raportin kappaleessa 1 ja laskentamenetelmät on esitetty kappaleessa 2
2. **Patomurtuma-analyysin** avulla on määritelty todennäköisimpien murtuma-aukkojen syvyydet eri murtumakohdissa ja aukkojen koot ja muodot. Myös murtuman kehityksen nopeus on määritelty. Tämä on tehty kansainvälistä Fröhlichin menetelmää käyttäen, joka esitetään myös Hämeen ELY-keskuksen julkaisemassa patoturvallisuusoppaan luonnoksessa 2010. Patomurtuma-analyysi täydennettiin mallilaskennalla ja analyysin tulosten pohjalta valittiin 7 tapausta 2D virtausmallilaskentaa varten. Patomurtuma-analyysi käsitellään tämän raportin kappaleessa 3.
3. **Lähialueen (ALUE 1) mallilaskenta** tehtiin kaikista neljästä murtumatapahtumasta altaan vedenpinta ollessa tulvakorkeudessa $HW = N_{60} + 42.86m$ ja murtumatapahtumasta 1,2 ja 4 altaan vedenpinnan ollessa tulvakorkeudessa $NW_{\text{häiriötön käyttö}} = N_{60} + 41.06m$. Mallilaskennan kuvaukset käsitellään tämän raportin kappaleessa 4.1-4.3
4. **ALUE 1+2:n mallilaskenta** tehtiin kahdesta murtumatapahtumasta altaan vedenpinta ollessa tulvakorkeudessa $HW = N_{60} + 42.86m$ ja lähtövirtaamatilanne on MQ (Murt 1- $W_{\text{allas}} + 42.86-MQ$ ja Murt 4- $W_{\text{allas}} + 42.86-MQ$).

5. Murtumatapahtumasta 1 laskettiin murtuma-aallon etenemistä kun lähtövirtaamatilanne on HQ 1/50 (Murt 1-W_{allas}+42.86-HQ_{1/50}). Mallilaskennan kuvaukset käsitellään tämän raportin kappaleessa 4.4.
6. **Aluesta 1+2 valittiin 5 eri siltaryhmää**, joiden oletetaan vaikuttavan yhdessä siihen, että alueella syntyy siltatukos tulva-aallon kärjen irroittamista jäistä tai uivasta tavarasta. Siltatukoksien on oletettu syntyvän seuraavissa kohdissa:
 - Tukos 1:** Silvolan silta ja putkisilta altaan lähellä
 - Tukos 2:** Tapaninvainion silta ja Tuusulan väylän sillat
 - Tukos 3:** Kehä I:n kevytliikennesilta ja moottoritiesillat
 - Tukos 4:** Pukinmäen rautatiesilta ja sen alavirranpuolinen KL-silta
 - Tukos 5:** Oulunkylä-Herttoniemi rautatiesilta ja sen alle rakennettu KL-silta
 Mallilaskennan kuvaukset käsitellään tämän raportin kappaleessa 4.5

5.6.2 Mallilaskennan tulokset vahinkovaarojen määrittelyn vaativassa muodossa

Pato-onnettomuustulvan aiheuttaman vahingonvaaran määrittelyssä **kohdistetaan** infrastruktuuri, asuinrakennukset asukkaineen, tiet, sillat ym. tulvalaskentatuloksiin. Molemmat, vahinkokohteet ja tulvaparametrit ovat samassa koordinaattisysteemissä ja korkeusjärjestelmässä. Aika on sidottu murtuman alkuhetkeen To. Vahingonvaarojen määrittely tapahtuu tapauskohtaisten lasketatulosten pohjalta laadittujen karttojen ja vahinkolistoihin vietyjen taulukkotulosten pohjalta

Karttatulokset laaditaan sekä tarkoituksena esittää vahingonvaarat ja tulva-aallon eteneminen. Karttatuloksia käytetään kuitenkin myös vahingonvaarojen kohdistamiseen yhdessä taulukkotulosten kanssa. Tulvakartat ovat vahingonvaarojen esittämisessä tärkeitä työvälineitä. Tarkat tulvakartat palvelevat hyvin kun vahingonvaarat kartoitetaan ja yleisesityksille on määriteltävä toinen mittakaava. Silvolan altaan alapuoliset alueet ovat pääasiassa tiheästi asuttuja pientaloalueita ja vahinkokohteiden suurlukuisuus yllätti. Peruskarttatasoiset mittakaavat 1:20000 –1:25000 ovat Silvolan vahingonvaaraselvityksen kannalta liian karkeita. Yleisluonteisesti palvelevaksi mittakaavaksi on valittu 1:15000. Vahingonvaarojen määrittelyssä käytetään karttoja, joissa esitetään vahinkoparametriä vD.

ALUE 1+2 tulostuspaikkajärjestelmän kehitys ja vahinkokohdelistan 400 tulostuskohteen perustaulukon kehitys. Laaja 2D mallilaskenta ja tulosten käyttö erilaisissa sovellutuksissa vaati hyvin kehitettyä ja dokumentoitua tulostuspaikkajärjestelmää ja Silvolan altaan vahingonvaara selvitykseen kuuluvan vahingonvaarojen kartoituksen ja vahingonvaarojen sektoroinnin eri vakavuuskriteereiden mukaan. Käytetty menetelmä on esitetty kuvassa 5.4

Vahinkokohdelista → yli 100 sarakketa (raportin liite 9.1)

1 No	2 Vahinkoalue, -ryhmä ja kohde, nimitiedot ja muu informaatio	3 Paikkatiedot, korkeus, koordinaatit ym.	4 Rekisteritiedot vahinkoryhmän tai vahinkokohteen potentiaaliset tiedot	6 Rekisterien potentiaalisten vahinkokohdetietojen sektorointi eri vakavuusryhmiin mallitulosten avulla.	5 Mallilaskenta-tulokset
	TULOSTUSPAIKKA	JÄRJESTELMÄ	REKISTERIT ym.	VAHINKOMÄÄRITTELY	MALLITULOS
1					
2					
↓ Huomioon: Numerointi työjärjestelmän mukaan, jossa vahinkomäärittely tapahtuu viimeisenä					
400					

Kuva 5.4 Tulostuspaikkajärjestelmä + vahinkomäärittely vahinkokohdelistassa

Vahingonvaaramäärittelyyn ja esittämiseen käytetään vahinkokohdelista/excelltaulukot, joiden avulla em. kohdistaminen tapahtuu. Taulukkoon viedään tulvalaskennan tuloksena saadut perusparametrit, joista löytyy selostukset tämän raportin kappaleessa 2.4 Mallilaskennan tulostusjärjestelmä.

5.7 Vahinkokohdelistan sisältö ja tapauskohtaiset vahinkolistat

5.7.1 Yleistä

Vahinkokohdelistan rakenne on esitetty kuvassa 5.4. Vahinkokohdelistat, seloste (lukuohje) ja yhteenvedot on järjestetty seuraaviin liitteisiin taulukko 5.5 mukaan: Vahinkolistojen pohjalta on laadittu vahinkojen yhteenvedot, jotka on raportin liitteaineistossa. Varsinaiset vahinkokohdelistat on säilötty vain taustarportin liitteaineistossa sähköisenä muotona.

Taulukko 5.5 Vahinkokohdelista-aineiston liitteet

Liite No	Sisältö	Sivujen lkm ja/tai CD	
		Raportti tied.kopio	Taustaraportti
9			1 A4 SEL
9.1	Vahinkokohdelistan seloste	xx A4	1 seloste Excel
9.2	Vahinkokohdelistasarja ALUE 1: 9:lle valitulle laskentatapaukselle	xx A4	9 vahinkokohdelistaa Excel
9.3	Vahinkokohdelistasarja ALUE 2: 3:lle valitulle laskentatapaukselle	xx A4	3 vahinkokohdelistaa Excel
9.4	Vahinkokohdelistasarja ALUE 1+2: Siltatukosten vaikutukset 1:lle valitulle laskentatapaukselle	xx A4	5 vahinkokohdelistaa Excel
9.5	Vahingonvaarojen määrittelyn Vahinkoaluekohtaiset tulokset (9 vahinkoaluetta)	xx A4	Yhteenvedo Excel
9.6	Asuin- ym rakennusten omaisuusvahingot (rahallinen määrittely, 9 vahinkoaluetta)	xxA4	Yhteenvedo Excel

Vahinkokohdelistan rivit on järjestetty virtaussuunnan mukaan alkaen mallin yläpuolisella reunaehdolla Vantaankosken suunasta. Rivien lukumäärä on ALUE 1:n selvityksissä 156 kpl ja listan loppu on Ruudinkosken ylävirranpuolella. ALUE 1+2 selvityksissä (3 tulvatapausta + 5 siltatukosta) on rivien määrää kasvatettu 410.

Vahinkokohdesektorit on järjestetty vahinkolistan sarakkerakenteeseen. Sarakkeita on 106 kpl. ja pääsektorit on esitetty taulukossa 5.6. Kuten taulukossa 5.6 on esitetty, määrittellään vahingonvaarat seuraavissa sarakkeissa:

- S30-S33** Yleiset vahingonvaaraan kuvaavat: veden nousu alkutilanteesta ja nousunopeus, tulvan kesto
- S34-S67** Asuinrakennuksiin niissä asukkaisiin ja muihin taloihin kohdistuvaa vahingonvaaran määrittelyä
- S68-S74** Siltavahingot
- S75-S83** Tievahingot
- S84-S97** 2D-mallilaskennan vahinkokohdetta koskevat tulokset vahingonmäärittelyn apuväline
- S98-S106** Sähkövahingot

Taulukko 5.6 Vahinkokohdelistan sektorit

Sarakkeet	Sektorin kuvaus
S1 - S14	Perustiedot vahinkoalueista, vahinkoryhmistä ja vahinkokohteista
S15-S16	Vahinkoryhmä tai -kohde
S17-S29	Sektoroitu vahinkokohdetieto rekistereistä
S30-S33	Yleiset vahingonvaaran kuvaajat
S34-S38	AR1 - As. rak kevyt, eriasteinen vaara
S39-S43	AR2 - As. rak vankka, eriasteinen vaara
S44-S48	KR-Kerrostalo, eriasteinen vaara
S49-S51	TAR-Talousrakennus
S52-S54	VAR-Vapaa-aikarakennus
S55-S57	Teoll-, Julk-, Urh.-rakennukset
S58-S61	Ihmiset vaarassa ulkosalla
S62-S67	Ihmiset vaarassa As-Rak:lla
S68-S74	Siltavahingot
S75-S83	Tievahingot
S84-S97	2D-mallilaskennan vahinkokohdetta koskevat tulokset
S98-S106	Sähkövahingot

5.7.2 ALUE 1, 9 tapauksen vahinkolistat ja vahingonvaarat

Alueella 1 sijaitsee 3 vahinkoaluetta:

VA 1 Vantaanlaakso

VA 2 Viherkumpu

VA 3 Ylästö

Vantaanlaakson vahinkoalue ulottuu Silvolan padon murtumakohta 1:sta Vantaanjokeen, purkautuvan tulva-aallon ylävirranpuolelta Vantaanjokea vastavirtaan, Vantaankosken alapuoliselle suvannolle asti. Pääasialliset vahinkokohteet sijaitsevat Vantaanjoen vasemmalla puolella Voutilassa, jossa vahingonvaarassa ovat yksittäiset pientalot, joen vierellä kulkeva Kuninkaantie ja sähköverkkoon liittyvät. Vastavirtaan etenevä negatiivinen tulva-aalto purkautuu Ylästön tien ja sillan yli, josta syntyy huomattavat vahingot. Ylästön tielinjan alavirranpuolella sijaitsee Tuulitien asuinalue Vantaanjoen oikealla puolella, jossa noin 10 pientaloa on eritasoisessa vahingonvaarassa tulvatapauksesta riippuen. Tuulitien alavirranpuolella sijaitsevalle Vaisala Oy:n tehdasrakennukselle ei synny vahingonvaaroja, mutta suurimmat tulvanpeittävydet ulottuvat tehdasrakennukseen asti. Mikäli tehtaalla on maanalaiset tilat voi tulvavesi päästä niihin. Vaisalan tutkimuskentän koillisnurkka jää lievästi isompien tulvien alle.

Vain murtumatapaukset 1 ja 2 ja vähäisin määrin murtumatapaus 3 aiheuttavat vahingonvaaroja Vantaanlaakson vahinkoalueelle. Murtumatapauksen 4 tulva-aalto purkautuu Ylästön asuinalueen joen läheisten vapaa-aikarakennusten ja urheilukentän lähelle Vantaanjokeen. Kohta sijaitsee Pitkäkosken alapuolella, ja tulvan eteneminen vastavirtaan on hyvin vaimeaa.

Viherkummun vahinkoalue sijaitsee Vantaanjoen oikealla puolella ja vastapäätä Silvolan pääpatoa. Murtumatapaukset 1 ja 2 purkautuvat Vantaanjoen yli suoraan alueelle.

Vahinkoalueeseen kuuluu Viherkummun asuinalue (pientaloja ja joitakin matalia kerrostaloja), Viherkummun siirtolapuutarha-alue (hyvin kevytrakenteisia taloja), Purkautumisreitti Mätäjokeen, ensiksi vanhaa uomaa pitkin, tien muodostaman kynnyksen yli ja sitten Hämeenlinnan moottoritien KL-alitustunnelien kautta. Alueeseen kuuluu myös VETOKANNAS, jonne virkistysalue on rakenteella, Silvolan asuinalueen joenläheiset talot ja kunnallistekniikka (HSY: vedenpumppaamo pohjapato ja sillat). Murtumatapaus 4, jossa tulva-aalto purkautuu Vantaanjokeen Pitkäkosken alavirranpuolelta ei aiheuta Viherkummun alueelle vahingonvaaroja.

Ylästön vahinkoalue sijaitsee hyvin lähellä Silvolan altaan padon No II alapuolella. Murtuma-aalto purkautuu sekä asuinalueen läpi sekä myös metsärinteeseen ja asuinalueen rajakaistaa pitkin suoraan alavirtaan. Korkeusero on on 30m -15m = 15 m ja etäisyys padosta purkukohteeseen Vantaanjokeen on noin 800 m. Kaltevuus on 1,9 %, mikä on virtausteknisesti suuri. Metsän reunan läheiset talot ovatkin suuressa sortumavaarassa. Patomurtumatapauksista vaikuttaa ainoastaan Murtuma 4. Vantaanjoen lähtövirtaamatilanne /tutkittu MQ ja HQ₅₀ ei vaikuta Ylästölle syntyvään vahingonvaaraan,. HQ₅₀ vaikutus virtaamiin ja vedenpintoihin rajoittuu tapauksen 4:n osalta ainoastaan Vantaan jokijaksoon, tulva-aallon purkautumiskohdasta Pitkäkosken alavirranpuolelle ja Ruudinkosken yläpuolen väliin. Siellä ei kuitenkaan ole asutusta tai teitä, jotka olisivat vahingonvaarassa.

Alue 1:n 9 laskentatapauksesta laadittiin 8 vahinkokohdelistaa

Laskentatapaus

Liitesarja 6.3

A142.86MQ-MURT1
A142.86MQ-MURT2
A142.86MQ-MURT3
A142.86MQ-MURT4
A141.06MQ-MURT1
A141.06MQ-MURT2
A141.06MQ-MURT4
A142.86HQ50-MURT1
A142.86HQ50-MURT4 *)

Vahinkokohdelista

Liitesarja 9.2

L9.2.1 vah.kohd_lista_Silvola_A1 Wallas+42.86-MQ.MURT1.xls
L9.2.2 vah.kohd_lista_Silvola_A1 Wallas+42.86-MQ.MURT2.xls
L9.2.3 vah.kohd_lista_Silvola_A1 Wallas+42.86-MQ.MURT3.xls
L9.2.4 vah.kohd_lista_Silvola_A1 Wallas+42.86-MQ.MURT4.xls
L9.2.5 vah.kohd_lista_Silvola_A1 Wallas+41.06-MQ.MURT1.xls
L9.2.6 vah.kohd_lista_Silvola_A1 Wallas+41.06-MQ.MURT2.xls
L9.2.7 vah.kohd_lista_Silvola_A1 Wallas+41.06-MQ.MURT4.xls
L9.2.8 vah.kohd_lista_Silvola_A1 Wallas+42.86-HQ50.MURT1.xls

Huomautus *)

Tapauksesta ei laadittu omaa vahinkokohdelistaa, koska Vantaanjoen luonnontulva HQ50 ei vaikuta korkealla joen yläpuolella sijaisevaan Ylästön vahinkoalueeseen, eikä myöskään patomurtuman purkautumiseen. Vedenpinta nousee Vantaanjoessa murtumavirtaaman purkautuessa sinne, mutta ennen alue 1: alapuoliseen rajaan asti ei ole asutusta tai muita vahinkokohteita.

Vahinkokohdelistoissa olevat laskentatulokset ovat liitesarjassa 6.3 olevissa laskentataulukkoissa (Excel- tai tekstitiedostoissa). Vahingonvaarojen määrittely vahinkokohdelistoissa tehtiin taulukko-tietojen perusteella ja maksimivahinkoparametri vD esittäviä patomurtumatulvakarttoja käyttäen.

- Liite 16: Karttasarja 4, ALUE 1 Pato-onnettomuustulvan maksimipeittävyudet ja vedensyvyudet: Karttaesitys 9:stä valitusta laskentatapauksesta, 1:15 000:
Kartta 04.01 Kartta 04.09
- Liite 17: Karttasarja 5, ALUE 1 Pato-onnettomuustulvan maksimivahinkoparametrit (D*v): Karttaesitys 9:stä valitusta laskentatapauksesta, 1:15 000:
Kartta 05.01 Kartta 05.09

Taulukko 5.7 Silvolan tekoaltaan mahdollisten murtumaoletusten alueella I asuville ihmisille syntyvät vahingonvaarat

No:	Laskennan koodi	Ihm.yht.	Ihmiset ulkosalla tulvan aikana		Ihmiset rakennusten sisällä			
			ei vaaraa (Dv=0)	lievä (Dv<0.5)	mittava (Dv>1)	lievä (Dv<3)	mittava (Dv>3)	
1	A1Wallas+42.86-MQ-MURT1	599	93	465	41	513	86	0
		100	15.5	77.6	6.8	85.6	14.4	0.0
2	A1Wallas+42.86-MQ-MURT2	599	350	235	14	598	1	0
		100	58.4	39.2	2.3	99.8	0.2	0.0
3	A1Wallas+42.86-MQ-MURT3							
		Ulkona		Tulva-	Tulva-aallon	ei rak	ei rak	ei rak
		liikkuvat		alueella	tiellä			
4	A1Wallas+42.86-MQ-MURT4	993	257	396	340	625	190	178
		100	25.9	39.9	34.2	62.9	19.1	17.9
5	A1Wallas+41.06-MQ-MURT1	599	228	371	0	599	0	0
		100	38.1	61.9	0.0	100.0	0.0	0.0
6	A1Wallas+41.06-MQ-MURT2	599	583	16	0	599	0	0
		100	97.3	2.7	0.0	100.0	0.0	0.0
7	A1Wallas+41.06-MQ-MURT4	993	474	244	275	625	236	84
		100	47.7	24.6	27.7	62.9	23.8	8.5
8	A1Wallas+42.86-HQ50-MURT1	599	66	330	203	460	139	0
		100	11.0	55.1	33.9	76.8	23.2	0.0
9	A1Wallas+42.86-HQ50-MURT4	993	257	396	340	625	190	178
		100	25.9	39.9	34.2	62.9	19.1	17.9

Taulukosta voidaan nähdä, että Ylästölle syntyy huomattavasti suurempi vahingonvaara kuin Vantaanlaakso-Viherkumpu-alueelle. ja toisena asiana, että kevytrakenteisetkin talot antavat hyvän suojan ja niiden suojassa alenee ihmisille kohdistuva vahingonvaara.

Taulukko 5.8 Silvolan tekoaltaan mahdollisten murtumaoletusten alueella I sijaitseville rakennuksille syntyvät vahingonvaarat

No:	Laskennan koodi	Rak yht	ei vaaraa Dv=0	vettym. DV= 0-2	vauriot DV=2-3	sortum. DV > 3
1	A1Wallas+42.86-MQ-MURT1	318	81	167	69	1
	%	100.0	25.5	52.5	21.7	0.3
2	A1Wallas+42.86-MQ-MURT2	318	171	147	0	0
		100.0	53.8	46.2	0.0	0.0
3	A1Wallas+42.86-MQ-MURT3	318	317	1	0	0
		100.0	99.7	0.3	0.0	0.0
4	A1Wallas+42.86-MQ-MURT4	366	139	109	68	50
		100.0	38.0	29.8	18.6	13.7
5	A1Wallas+41.06-MQ-MURT1	318	105	163	50	0
		100.0	33.0	51.3	15.7	0.0
6	A1Wallas+41.06-MQ-MURT2	318	273	45	0	0
		100.0	85.8	14.2	0.0	0.0
7	A1Wallas+41.06-MQ-MURT4	366	521	84	45	36
		100.0	142.3	23.0	12.3	9.8
8	A1Wallas+42.86-HQ50-MURT1	318	30	141	146	1
		100.0	9.4	44.3	45.9	0.3
9	A1Wallas+42.86-HQ50-MURT4	366	139	109	68	50
		100.0	38.0	29.8	18.6	13.7

Vahingonvaaramääritelmän mukaan ei yksityistapauksia lukuunottamatta rakennusten sortumavaaraa ole muualla kuin Ylästöllä, jossa 50 rakennusta jää suoraan voimakkaimman virtaaman tielle! .

5.7.3 ALUE 2 (Alue 1+2), 3 tapauksen vahinkokohdelistat

Kaikki kolme alue 2:n laskentatapausta laskettiin Silvolan altaasta lähtien, mukaanlukien murtumatapahtuma, Vanhankaupunginkosken kautta merelle. Vanhankaupunginkosken ja sen yläpuolella olevaa virtausmallin osaa voidaan pitää vain alustavana, koska merenlahden pohjatietoja, läntisen haaran padon alapuolisen uoman pohjan muotoa ja koko itäpuolisella haaralla olevan kosken pohjatietoa ei ollut saatavissa ja korkeusmalli antoi vain vedenpinnan tiedot. Kosken ylävirranpuolisesta haaraantumiskohdasta n.2km ylävirran suuntaan puuttuivat uoman poikkileikkaustiedot. Malli kehitettiin pato-onnettomuustulvaa vaativalle tasolle, mutta mahdollisiin tarkempiin hydraulisiin selvityksiin, mm kosken purkautumiskyvyn tarkaan määrittelyyn malli vaatii edelleen kehittämistä.

Alue 2: ominaisuuksiin kuuluu, että Vantaan ja Keravanjoen uomien molemmiin puoliset reuna-alueet ovat tasaisia ja joen pienen kaltevuuden mukaan hitaasti laskevia, Uomaa reunustavat vahinkoparametrin lukemat ovat 2-3 m³/s luokkaa ja laskevat jokea reunustavia asuinalueita kohden 0.5-1m²/s lukemiin. Asuinalueet ovat yleensä vD=1-0 välillä. Kevyestikin rakennetuille asuinrakennuksille muodostuu sortumariskejä.

Alue 2:n ihmisille ja asuinrakennuksille kohdistuvat vahingonvaarat määriteltiin karttatarkastelujen avulla. Vahinkokohdelistat muodostettiin vain aineiston säilymisen kannalta sopivaksi katsottuna muotona. Exceltaulukot ovat taustaraporttiaineistossa liitteessä 8.2.

Alue 1+2:n 3 laskentatapauksesta laadittiin 3 vahinkokohdelistaa**Laskentatapaus****Liitesarja 6.5**

A1+2_42.86MQ-MURT1
 A1+2_42.86HQ50-MURT1
 A1+2_42.86MQ-MURT4

Vahinkokohdelista**Liitesarja 8.2**

L8.2.1vah.kohd_lista_Silvola_A1+2Wallas+42.86-MQ.MURT1.xls
 L8.2.2vah.kohd_lista_Silvola_A1+2Wallas+42.86-HQ50.MURT1.xls
 L8.2.3vah.kohd_lista_Silvola_A1Wallas+42.86-MQ.MURT4.xls

Vahinkokohdelistoissa olevat laskentatulokset ovat liitesarjassa 6.5 olevissa laskentataulukoissa (Excel- tai tekstitiedostoissa). Raporttiliitteeksi 6.5 koottiin kunkin laskennan peräkkäiset hydrograafitulokset tärkeistä tulostuspaikoista. Vahingonvaarojen määrittely vahinkokohdelistoissa tehtiin taulukkotietojen perusteella ja maksimivahinkoparametri vD:tä esittäviä patomurtumatulvakarttoja käyttäen.

Liitesarjan 6.5 3 laskentatapauksesta laadittiin lukumäärältä yhtä monta karttaa, kahdessa karttasarjassa:

- Liite 18: Karttasarja 6 ALUE 2, Pato-onnettomuustulvan maksimipeittävyudet ja vedensyvyudet: Karttaesitys 3:sta valitusta laskentatapauksesta, 1:15 000:
 Kartta 06.01a ja 06.01b, Kartta 06.02a ja 06.02b, Kartta 06.03a ja 06.03b
- Liite 19: Karttasarja 7, ALUE2 Pato-onnettomuustulvan maksimivahinkoparametrit (D*v): Karttaesitys 3:sta valitusta laskentatapauksesta, 1:15 000:
 Kartta 07.01a ja 07.01b, Kartta 07.02a ja 06.02b, Kartta 07.03a ja 07.03b

Kunkin vahinkokohdelistan alapuolelle on koottu laskentatapauskohtaiset yhteenvedot, joissa esitetään eri vahinkoryhmien vahingonvaarat, porrastetusti vahingonvaara-asteikkojen mukaan. Tämä aineisto on koottu taustaraporttiliitteeksi 9.2 ja suppeampana raporttiliitteeseen 9.2.

Yhteenvetona voidaan todeta, että Alueella 1 olevista kolmesta vahinkoalueesta vaikuttavat Vantaanjoen uoman läheisyydessä oleviin alueisiin, VA 1 Vantaanlaaksoon ja Va2 Viherkumpuun kaikki Silvolan pato I:n murtumat, mutta niistä ei synny vahingonvaaroja VA 3 Ylästölle. Ylästään voimakkaasti vaikuttava, padolla II oletettu Murtuma 4, ei vaikuta taas em vahinko-alueille VA1 ja VA2. Tulva-aallon etenemisessä alavirran suuntaan alueelle 2 on nämä kaksi tapausta käsiteltävä eri jatkotilanteina. Em. liite 9.2:ssa on pääasialliset vahingonvaarat koottu taulukkoon 5.7.

5.5.4 Patomurtumatulvan aiheuttamien siltatukosten erityisvaaroista

Siltatukosten oletetut syyt ja tukoksen käsittely 2D-virtausmallissa ja myös laskentatulokset on esitetty kappaleessa 4.5. Laskentatulokset on koottu liitteeseen 6.6, jossa vertaillaan tukoksen virtaamat ja vedenpinnat tuloksia aikaan saaneen murtumaoletuksen kohdassa 1, silloin kun virtaamatilanne Vantaanjoessa on HQ50. .

Taulukko 5.9 Laskentatapaukset

No:	Raportin tulostuskoodi	Laskentakoodi	Selostus	Tukoksen kehityksen aikaskaariot
1	A1+2_42.86-HQ50-MURT1	break1_4286_50	ei tukos	vertailupohja
2	Silta 1-tukos	b1_4286_50_bridge1	tukos 1	tukos kehitty T 0.00-0.25h
3	Silta 2-tukos	b1_4286_50_bridge2	tukos 2	tukos kehitty T 0.33-0.50h
4	Silta 3-tukos	b1_4286_50_bridge3	tukos 3	tukos kehitty T 0.58-0.75h
5	Silta 4-tukos	b1_4286_50_bridge4	tukos 4	tukos kehitty T 0.72-0.88h
6	Silta 5-tukos	b1_4286_50_bridge5	tukos 5	tukos kehitty T 0.87-1.03h

Taulukko 5.10 Laskentatulostusten ja vertailun hydrografipaikat

Tulostuspaikka - No: Nimi	ei tukos	tukos 1	tukos 2	tukos 3	tukos 4	tukos 5
21 Ylästöntien silta	21	21				
22 Vantaanjoki Vaisalan tehtaan kohdalla	22	22				
23 Vantaanjoki Vetokannan kohdalla	23	23				
24 Pitkäkosken vedenott.sään.pato	24	24				
25 Silvolan silta TUKOS !	25	25				
26 Pitkäkosken käv+putkisilta	26	26				
28 Ruudinkoski yläp.	28	28	28			
29 Ruudinkoski alap.	29		29			
30 Niskalan KL-silta (Haltiala)	30		30			
32 Tuusulan väylän yläp.	32		32	32	32	
33 Tuusulan väylän moott.tiesilta TUKOS2	33		33			
35 Siltojen alap., ennen Keravanjoen tuloa	35		35	35	34	
39 Keravanj.Brobackan silta	39		39	39	35	
43 VJ Keravanjoen tulon jälkeen	43		43	43	43	43
44 Tuomarinkylän KL-silta	44			44	44	44
46 KEHÄ 1, KL-silta, TUKOS 3	46			46	46	46
49 Käskynhaltijan tiesilta	49			49	49	49
51 Pukinmäen RT sillan yläp.	51				51	51
52 Pukinmäen RT-silta TUKOS4	52				52	52
54 VJ, siltojen alap. Savela	54				54	54
55 Oulk.-Hertt.RT-silta + KL-silta TUKOS 5	55					55
60 Vanh.kaup.koski yläp.	60					60

Laskentatuloksista on koottu virtaama- ja vedenpintahydrografitaulukot. Taulukoissa verrataan siltatukoskohtaisesti tukosten aiheuttamat muutokset lähtötilannetapauksen break1_4286_50 välissä.

Seuraavat vahingonvaarat liittyvät siltatukoksiin:

1. nopea vedenpinnan nousu
2. sillalle ylipurkautumisvaara
3. tulvan kesto pitenee todennäköisesti patomurtuman aikana esiintyneessä tulvassa
4. tukoksessa olevan sillan ylä- ja alavedenpintojen väliset erot rasittavat rakenteita
5. vedenpintaerojen kasvamisen seurauksena kasvavat virtausnopeudet, jolloin umaeroosio lisääntyy.

Taulukko 5.11 Siltatukosten aiheuttamat vedenpinnan nousut ja vertailu muiden tukkeutumien laskentaoletusten kanssa

Laskentakoodi	Q supistus	TUKOS 1		TUKOS 2		TUKOS 3		TUKOS 4		TUKOS 5					
		21	22	24	25	28	32	33	43	46	47	51	52	54	55
murt1_4286	ei tukosta	22.88	22.85	21.39	13.33	11.05	10.85	10.02	9.71				9.85		8.94
murt4_4286	ei tulosta	17.41	17.50	17.83	14.15	11.01	10.80	9.85	9.47				9.34		8.73
murt1_4286_50	ei tukosta	23.49	23.44	22.18	13.55	11.55	11.28	10.54	10.22				10.08		9.37
m1_4286-bridge1	0.62	23.94	23.94	23.70	12.57										
m1_4286-bridge2	0.68	23.49	23.47	22.21	13.70	12.88	10.87								
m1_4286-bridge3	0.75	23.53	23.51	22.24	13.62	11.77	11.55	11.08	11.01						
m1_4286-bridge4	0.42	23.49	23.44	22.19	13.57	11.88	11.75	11.51	11.44				8.95		
m1_4286-bridge5	0.54	23.53	23.50	13.62	13.62	11.64	11.41	10.95	10.80				10.68		8.43

TULKINTA:

Yleisluonteisesti on todettava, että siltatukokset ovat poikkeustulvien aikana laajasti havaittu ilmiö. Myös jääpadot ovat tosiasia. Niiden osalta on oltava joessa vankka ja paksu jääkansi ja huomattava virtaamanmuutos. Tukos muodostuu hyvin nopeasti ja purkautuu yleensä vasta virtaaman pienentyessä. Osa pato-onnettomuuden tuomasta lisätilaavuudesta kertyy tukoksen yläpuolelle. Vedenpinnan nousu tapahtuu yhtäaikaaisesti virtausnopeuden pienentyessä, joten vahinkoparametri ei muutu. Vahingonvaaraa määriteltäessä joudutaan käyttämään myös vedensyvyyskriteerit.

Vankka tukos pysyy yleensä paikalla niin kauan kunnes virtaama pienenee luonnontulvavirtaamaa pienemmäksi ja voidaan tukos postaa rakennusteknillisiin menetelmiin. Tämä saattaa pidentää paikallista ongelmatilannetta yllä huomattavan pitkän aikaa!

Taulukko 5.12 Tukoksessa olevan sillan ylä- ja alavedenpintojen aik,a jolloin ero pysyy korkealla

Siltatukos No:	Silta-No	Nimi	W N60+ Sillan yläp	W N60+ Sillan alap	Aika T1		Aika T2		Aika T3		Huomioon
					dW (m)	T1 (h)	dW (m)	T2 (h)	dW (m)	T3 (h)	
TUKOS 1	S3	Silvolan tiesilta	23.70	20.20	3.46	0.5	3.50	1.5	3.33	2.5	Vasta To+5 h jälkeen saavuttaa tukosvirtaama lähtövirtaama HQ50 +Murt1 vedenpinnalla N60+ 22.43m. Veden-pinnan aleneminen tulee tämän jälkeen riippumaan luonnontulvan virtaamasia
TUKOS 2	S6	Tuusulan väylän moottoritiesilta	12.88	10.70	2.00	1.2	2.18	1.7	2.00	2.6	Tukos 1 selostuksessa kuvattu tasapainotilanne saavutetaan vasta ajalla To+7.5h. Vedenpinta tulee asettumaan N60+12.0m tasolle
TUKOS 3	S13	Kehä 1. KL-silta	11.08	9.90	1.0	1.3	1.18	2.0	1.00	4.5	Tukos 1 selostuksessa kuvattu tasapainotilanne saavutetaan vasta ajalla To+8h. Vedenpinta tulee asettumaan N60+10.10m tasolle.
TUKOS 4	S16	Pukinmäen RT-silta	11.44	8.87	2.50	1.5	2.57	3.0	2.30	6	Tukos 1 selostuksessa kuvattu tasapainotilanne saavutetaan vasta ajalla yli To+8h. Vedenpinta tulee asettumaan N60+10.50m tasolle.
TUKOS 5	S18	Oulunk.-Hertton. RT-silta + KL-silta	10.68	8.62	1.90	2.0	2.06	3.5	1.85	6	Tukos 1 selostuksessa kuvattu tasapainotilanne saavutetaan vasta ajalla yli To+9h. Vedenpinta tulee asettumaan N60+10.50m tasolle

To = murtuman alkuhetki

T1 = Voimakas vedennousu päättyy

T2 = Aika, jolloin maksimivedenpinta esiintyy

T3 = Aika, jolloin vedenpinnan laskuvaihe alkaa

dW = vedenpintojen ero (m)

Taulukossa 5.12 ja muiden laskentatulosten avulla voidaan tarkastella tukossa olevalle silalle kohdistuvia rasituksia ja virtausteknillisiä vahingonvaaroja. Pukinmäen RT-sillan ja Oulunkylän-Herttoniemen RT-sillan ratapenkereitä vasten nousee ylävesi 2-2.5 metriä alavettä korkeammaksi. Luonnontulvan laskuun voi mennä useita päiviä tai viikkoja. Ratapenkeret voivat tällöin saada aikaan läpivuotoja ja vettymistä ja niissä saattaa esiintyä sisäisiä eroosioita. Ratapenger ei ole suunniteltu vettä pitäväksi vesistöpadoksi!

Siltatukoskohtaiset huomiot ovat:

TUKOS 1: Silvolan silta sijaitsee hyvin lähellä patomurtumaa, joten sen tukos on hyvin todennäköinen. Myös sen alavirran puolella sijaitseva Pitkäkosken putkisilta saattaa vaikuttaa tukoksen muodostukseen. Sillan n. 1.5 m ylipurkautumisen ja vedenpintojen noin 3,5m paine-eron takia on siltasortuma hyvin todennäköinen. Vahinkoalueella VA1 ja VA 2 ”Viererkumppu” tulee vedenpinta nousemaan noin 0.5m lähtötilanteen patomutumatulvaa break1_42.86_50 korkeammaksi. Virtausnopeudet tulevat vastaavasti pienentymään, joten vahinkoparametri ei tule suurentumaan. Kaikki alueen lähtötilantessa aviodut ”ei vahinko”- kohteet siirtyvät lievästi vahinkovaaraluokaan piiriin. Tulvimisen kesto tulee huomattavasti pidentymään, koska hallitsevan luonnontulvan kesto vaikuttaa tukoksen purkutöihin. Sillan sortumisen yhteydessä voi tukos purkautua, mutta yhtä suurella todennäköisyydellä se voi muodostaa alkuperäistä kiinteämmän rakenteen, jolloin tilanne saattaa ennestään pahentua

TUKOS 2: Tuusulan väylän moottoritiesillan tukos voi hyvin saada lähtönsä sen alavirranpuoliselta Vanhan Tuusulantien sillalta. Myös kohtisuora Keravanjoen ja Vantaanjoen yhtymäkohta hidastaa virtausta ja kerää tulosmateriaalia erityisesti siinä aikana, kun tulva purkautuu negatiivisena virtaamana Keravanjokeen. Silloilla ei tapahdu ylipurkautumista, vaikka vedenpintojen paine-ero kasvaa yli 2 metriä ei siltoja arvioida sortuvan. Sillan alta johdettu Laamannantie ja kevytliikennetiet tulevat tuhoutumaan ja uoma erodoitumaan vakavasti. Siltatukoksen takia nousee maksimisaan vedenpinta n. 1.3m lähtövirtaamatilannetta break1_4286_50 Wmax korkeammaksi ja Tammiston asuinalueet peittyvät huomattavasti laajemmin tulvaveden alle ja Vantaanjoen lähellä olevien kohteiden vedensyvyys kasvaa. Erikoisvahingonvaara on, että tulvavesi purkautuu Tammiston asuinalueen ja Valimotien reuna-alueen yli Valimotien Tuusulanväylän alituskaukaloon, joka täyttyy kokonaan tulvavedellä. Purkautumiskynnys on noin 200 m pituinen, sen maastokotkeus on n. N60+ 12.35m ja ylipurkautumissyvyys on noin 0.6m. Purkautuminen alkaa ajalla To+1.4h ja loppuu ajalla 4.7h.

TUKOS 3: Tukoksen simuloinnissa on pienennetty virtaama vain 0.75 kertaiseksi. Silti on vaikutukset huomattavia. Veden nousun takia virtaa vesi Kehä 1 moottoritiele useista kohdista:

- Itä-Pasilan siirtolapuutarhan kohdalla
- Pukinmäen kaaren ylipurkaus ja Pukinmäen keskustan kautta
- KL-tien alituskäytävän Pukinmäen Kaaren alituskäytävän kautta (MacDonaldsin ravintolan kohdalla).

Siltatukos nostaa vedenpinnat Sillan yläpuolisilla Pukinmäen, Tapaninvainion, Siltamäen ja Tammiston vahinkoalueilla. Samoille alueille vaikuttaa myös siltatukos 4, jonka vedenkorkeudet nousevat Pukinmäen alueella noin 0.5 metriä Tukoksen 3: vedenpintoja korkeammalle.

TUKOS 4: Rautatiesillan tukoksen syntymään on oletettu vaikuttavan sen alapuolella sijaitseva Pukinmäen KL-silta. Tukoksen RT-sillalle aiheuttuneista rasiruksista huolimatta ei sillan arvioitu sortuvan, mutta sen alapuolella olevan Pukinmäen KL-sillan ei arvioitu kestävän RT-sillasta alavirtaan syntyviä virtauksia. Osa tukoksesta tulee varmasti siirtymään Kl-sillalle, joka sortuu. RT-sillan korkeisiin ratapenkereisiin tulee vaikuttamaan vedenpintojen yli 2 metrin erosta syntyvät vesipaineet. Vesipaineet saattavat vaikuttaa pitkän aikaa ja penkereen vetymisvaara on suuri noin 400 metrin jaksolla. Vahingonvaarat syvenevät Pukinmäen alueella RT-sillan ja Kehä1 sillan välillä, koska täällä alueella nousee vesi noin 1.2 metriä lähtötilanteesta break1_4286_50 maksimivedenpintaan nähden. Vastavirtaan vaikuttavat vedenpinnan erot ovat Pukinmäen ja Tapaninvainion rajalla noin +1 metriä, ennen Keravanjoen tuloa noin +0.5 metriä ja Tuusulan Väylän yläpuolella noin 0.3 metriä.

Kehä 1 tulviminen tapahtuu em. TUKOS 3:n kohtien lisäksi koko Kehä 1:n sillan ja RT-sillan väliseltä, Vantaanjoen vasemman puolisen alueen yli. Tulviminen on hyvin voimakasta ja Kehä 1 jää noin 1.5 km matkalta 0.5-2 metrin syvyisen veden alle. Ongelmana tulee olemaan pääasiallisesti liettymisvahinkojen lisäksi tulvimisen pitkä kesto luonnontulvan keston takia.

Osa radan ylävirranpuolelta tulleesta vedestä purkautuu Eskolantien rautatien alituksen kautta Pukinmäen keskustasta Savelaan Longinojan uomaan.

TUKOS 5: Oulunkylä-Herttoniemi radan sillalla on viisi aukkoa, josta vain yksi on pääaukko ja muut aukot kuivalla maalla. Silta on suhteellisen korkea, mutta sen pääaukon kohdalla on ripustettu ratasillan rakenteen alle teräksinen kevytliikennesilta. On arvioitu, että lähelle lähtövirtaamatilanteen vedenpintaa oleva kevytliikennesiltakori kerää helposti uivaa ainesta ja siltatukos alkaa siitä. Teräskori saattaa repeytyä osittain tai kokonaan irti ratasillan kannesta, joka voi vaurioitua ja peräti sortua. Siltatukos aiheuttaa samantyyppiset ongelmat kuin TUKOS 4, mutta Pukinmäen alueella tulviminen on lievempi. Tukos 5 vaikuttaa kuitenkin Vantaanjokea ylävirran suuntaan tulvimiseen ja tulvavesi pääsee myös Kehä 1:lle. Savelan puolelta pääsee tulva Longinojan uomaa pitkin Kehä 1:lle ja Eskolantien rautatiealituksen kautta Pukinmäen keskusta. Itse Savelassa syventyy tulva-angelma ja koko alue jää vähintään 0.5 metrin syvyisen veden alle. Mitä edessä on todettu saattaa myös Tukos 5 aiheuttaa pitkän tulviimisen ja ratapenkereen vetyimisvaurioita.

Siltatukoksiin liittyvää karttamateriaalia on liitteissä 22 ja 23!

5.8 Silvolan tekojärven pato-onnettomuuden vahingonvaarojen yksilöidyt esitykset

5.8.1 Yleistä

Silvolan pato-onnettomuuden vahingonvaarojen tulkinnassa on otettava huomioon seuraavaa:

1. Alueella 1 vaikuttaa patomurtuma-aalto huomattavasti voimakkaammin kuin alavirran puolella.
2. Verratessa patomurtumatulva-aallon virtaamia poikkeuksellisiin tulviin, voidaan mittana käyttää niinkin poikkeuksellista tulvaa kuin toistuvuudeltaan tuhannen vuoden tulvaa HQ $1/1000$. Kuten taulukossa 5.13 voidaan nähdä on patomurtumavirtaama padolla 5-7 kertaa HQ $1/1000$. Vaikka virtaama vaimenee, mutta se on kuitenkin suunnilleen saman suuruinen kun HQ $1/1000$ purkautuessaan mereen.

Taulukko 5.13

PATOMURTUMATULVIEN VIRTAAMIEN VERTAILU POIKKEUKSELLISIIN LUONNONTULVAVIRTAAMIIN.

VIRTAAMIEN VERTAILUPAIKKA		LUONNONTULVAT HQ m ³ /s		PATOMURTUMATULVAT Q _{MURT} m ³ /s			VERTAILU
HYD.No:	PAIKAN NIMI	HQ $1/100$	HQ $1/1000$	MURT 1-MQ	MURT 4-MQ	MURT 1-HQ50	Q _{MURT} / HQ $1/1000$
HYD 03	Murtuma 1 (pato 1)	198	259	1820		1820	n. 7 x HQ $1/1000$
HYD 15	Murtuma 4 (pato 2)	198	259		1380		n. 5 x HQ $1/1000$
HYD 28	Ruutinkoski	198	259	743	1085	838	n. 3-4 x HQ $1/1000$
HYD 32	Tuusulan väylän si.	211	275	643	774	723	n. 2-3 x HQ $1/1000$
HYD 44	Keravanj. tulon jälk.	269	351	577	602	727	n.1.6-2 x HQ $1/1000$
HYD 46	Kehä I:n VJ silta	269	351	516	531	604	n.1.5-1.7 x HQ $1/1000$
HYD 51	Pukinmäen RT-silta	269	351	484	494	554	n.1.2-1.6 x HQ $1/1000$
HYD 55	Oul-Hertt RT-silta	274	357	362	328	450	n.1-1.5 x HQ $1/1000$
HYD 60	VK-koskihaaran yläp	274	357	345	306	440	n.1-1.3 x HQ $1/1000$
HYD 63	VK-Länt.kosken pato	140	190	185	160	230	n.1 x HQ $1/1000$

63 - s. 20 Taulukko 1-6

4. Tulva-aalto on vielä purkautuessaan merelle niin mittava, että koko alue on käsiteltävä vahingonvaaraselvityksessä Silvolan altaasta merelle saakka. Koko projektialue on jaettu kahteen alueeseen virtausmallituksen ja laskentatapausten kattavuuden takia. Vahingonvaarojen määrittelyn kannalta on muodostettu yhdeksän vahinkoaluetta, tulvanvaaroja kärsivät kaupungin osat perusteena.

VA 1 Vantaanlaakso

Vantaanjoen vasemmalla puolella, Vantaan kaupunki
Vain Pato 1:n murtumat vaikuttavat vastavirtaan kulkevan negatiivisen tulva-aallon kautta tälle alueelle.

Pato 2:n murtuma 4:n tulva-aalto ei vaikuta

VA 2 Viherkumpu

Vantaanjoen oikealla puolella Vantaan kaupunki
Vain Pato 1:n murtumat vaikuttavat tälle alueelle.

Pato 2:n murtuma 4:n tulva-aalto ei vaikuta sinne.

VA 3 Ylästö

Vantaanjoen vasemmalla puolella Vantaan kaupunki
Sijainti on korkealla eikä joen virtaamat vaikuta sinne.

Pato I:n murtumavirtaamat eivät vaikuta sille alueelle.

VA 4 Tammisto

Vantaanjoen vasemmalla puolella on Tammiston asuinalue ja Valimontien Tuusulanväylän alituskaukalo. VANTAA
Vantaanjoen oikealla puolella on Haltiala ja Laamannantie HELSINKI

VA 5 Siltamäki

Keravanjoen oikealla puolella on Vantaan kaupunki.
Keravanjoen vasemmalla puolella on Helsingin kaupunki.

ole sama kuin Taulukko 1-6 Q_{virt} = 357 m³/s

- VA 6 Tapaninvainio** **Vantaanjoen molemmin puolin, Helsingin kaupunki**
 Vantaanjoen vasemmalla puolella pääasialliset vahinkokohteet Tapaninvainion rantaläheiset pientaloalueet.
- VA 7 Pukinmäki** **Vantaanjoen molemmin puolin, Helsingin kaupunki**
 Pääasialliset vahinkokohteet ovat pientalo- ja kerrostalo-alueet, teollisuusrakennukset ja joen oikealla puolella Itä-Pakilan siirtolapuurarha-alue. Tie- ja rautatieliikennehaittoja syntyy Kehä 1:n tulvimisesta ja RT-siltatukoksen yhteydessä.
- VA 8 Savela** **Vantaanjoen molemmin puolin Helsingin kaupunki**
 Pääasialliset vahinkokohteet ovat pientalo- ja kerrostalo-alueet, useat koulut ja joen oikealla puolella siirtolapuurarha-alue. Savela kärsii jo tulvavahinkoja mittavammilla luonnon-tulvilla ja pato-onnettomuustulvat lisääntyvät.
- VA 9 Vanh.kaup.koski** **Vantaanjoen molemmin puolin Helsingin kaupunki**
 Vahinkokohteet ovat lukumäärältään vähäiset ja vahingot kohdistuvat lähinnä vanhoihin vesirakenteisiin, joiden mitoitusvirtaamat jäävät selvästi alle pato-onnettomuustulvien virtaamien ja rakenteiden on arvioitu sortuvan.

4. Vahingonvaarojen kannalta on kriittisin vahinkoalue VA 3 Ylästö. Myös omaisuusvahingot ovat alueella suuret. Alavirranpuolella mittava väestö on huomattavassa vahingonvaarassa. Mikäli kriteeriksi asetetaan, että tulvan aikana olisivat he ulkona. Tulvanvaara pienenee, mikäli heidän katsotaan olevan suojassa asuinrakennuksissa. Suurtenkin ja kaupunkiliikenteen kannalta tärkeiden teiden tulviminen tulee vaatimaan mittavia järjestelyjä ja huomattavia kustannuksia.
5. Tulvatapahtumat ovat koko alueella mittavia ja virtaamien äkillinen ja voimakas nousu tulee irrottamaan huomattavan määrin uivaa tavaraa. Siltatukoksiin on varauduttava.
6. Yksinkertaistetusti voidaan yleisohjeena antaa lisääntyvän vahingonvaaran päätekijäksi vedenpinnan nousu, kun patomurtuma tapahtuu tulvan aikana tai siltatukosten takia.

5.8.2 Tulva-aaltojen etenemisnopeudet

Patomurtuma on erittäin nopea. Kansainvälisen tilastollisen aineiston perusteella on määritelty murtuma-aukon kehitys jonkun verran lyhyemmäksi kuin 1 tunti ja murtumasta purkautuvan virtaaman maksimi esiintyy 1 tunnin molemmin puolin.

Myös tulva-alueen kulku padon alapuolisella alueella on erittäin nopeaa. Tulva-aalto kulkee pääasiallisesti Vantaanjoen uomaa pitkin. Vantaanjoen projektialueen ylävirranpuolisimmassa jaksossa ja Keravanjoen alavirranpuolisimmassa jaksossa tulvan eteneminen tapahtuu negatiivisena täyttöaaltona vastavirtaan.

Jokiuomien läheisyydessä esiintyvän tulvannousun lisäksi syntyy joillakin vahinkoalueilla tulva-alueita joihin vesi purkautuu joesta, useimmin useata reittiä pitkin. Kolmen päälaskenta-tapauksen tulva-aallon eteneminen ja tulvimisen erityispiirteitä on esitetty taulukossa 5.14

*mikä on murtuman
0-hetki*

Taulukko 5.14.1 Kolmen laskentatapauksen tulva-aallon eteneminen vahinkoalueilla VA1, VA2 ja VA3

muisto / ankkoridat / laske tu (murtumalla)

Vahinko- kohde No	Joki- paalu	Vahinkoalue		TULVA MURT1/MQ break1 4286			TULVA MURT4/MQ break4 4286			TULVA MURT1/HQ50 break1 4286 50		
		No:	Nimi	T1 (h)	T2 (h)	T3 (h)	T1 (h)	T2 (h)	T3 (h)	T1 (h)	T2 (h)	T3 (h)
1	VJ176+00	VA-01	Vantaanlaakso	0.14	0.93	6	0	0	0	0.14	0.93	6.39
17	VJ154+00			0.15	1.00		0	0	0	0.14	0.95	6.38
21	VJ151+01			0.20	1.33	3.8	0	0	0	0.15	0.97	4.10
27	VJ147+00	VA-02	Viherkumpu	0.10	1.03	6	0	0	0	0.10	0.97	6.38
28	VJ146+00			0.21	1.37	2.1	0	0	0	0.15	0.98	2.20
46				0.18	1.22	3.1	0	0	0	0.14	0.93	3.28
54				ei	ei	ei	0	0	0	0.15	1.00	1.18
74	VJ138+25			0.22	1.10	1.5	0	0	0	0.26	1.30	6.37
87	VJ130+90			0.22	1.12	6	0	0	0	0.21	1.07	6.38
89	VJ130+55			0.23	1.13	6	0	0	0	0.21	1.07	6.38
90	VJ127+40			0.22	1.12	6	0	0	0	0.21	1.07	6.38
96	VJ120+30			0.25	1.23	6	0	0	0	0.25	1.23	6.38
155	VJ102+00			0.42	1.67	6	0	0	0	0.34	1.37	6.38
100		VA-03	Ylästö	0	0	0	0.04	0.78	5.32	0	0	0
101				0	0	0	0.08	0.78	5.32	0	0	0
103				0	0	0	0.12	0.83	5.32	0	0	0
130				0	0	0	0.16	0.78	2.53	0	0	0
134				0	0	0	0.17	0.83	1.88	0	0	0
139				0	0	0	0.17	0.83	1.67	0	0	0
148	VJ116+10			0	0	0	0.18	0.90	3.72	0	0	0
155	VJ102+00			0	0	0	0.24	0.95	5.32	0	0	0

Huomioon: T1 aallon kärjen saapumisaika on määritely kokemusperäisen kaavan perusteella T1 = T2 x T1kerr. T1kerr on 0.05-0.1 murtumalla ja 0.25 - 0.35 muualla
 T2 = Twmax Tulva-aallon huippuvedenpinnan esiintymisaika, mallilaskennan tulos
 T3 Ajanhetki, jolloin tulvan vedenpinta on laskennut lähtötasoonsa. Mallilaskennan tulos ei ottanut huomioon sitä, että teoreettisen alkuilman saavuttaminen vie huomattavasti aikaa. Käytännöllisesti katsoen on laskenta viety niin pitkälle, että tulva on ohi kun laskenta on päättynyt. Poikkeus tästä on Siltatukosten laskenta, jossa T3 riippuu siltatukoksen läpäisevästä virtaamasta ja luonnontulvasta!

T₄ = 600 s

Taulukko 5.14.2 Kolmen laskentatapauksen tulva-aallon eteneminen vahinkoalueilla VA4, VA5, VA6 ja VA7

Vahinko- kohde No	Joki- paalu	Vahinkoalue		Paikka, jossa tulvan kulkua tarkkaillaan	TULVA MURTI1/MQ break1 4286			TULVA MURTI4/MQ break4 4286			TULVA MURTI1/HQ50 break1 4286 50		
		No:	Nimi		T1 (h)	T2 (h)	T3 (h)	T1 (h)	T2 (h)	T3 (h)	T1 (h)	T2 (h)	T3 (h)
156	VJ98+60	VA-04	Tammisto	0.52	2.10	>6	0.32	1.28	5.32	0.43	1.73	6.38	
157	VJ154+00			0.57	2.28	>6	0.37	1.47	5.32	0.49	1.97	6.38	
175					ei	>6		ei	ei	0.56	2.22	5.50	
182					ei	ei		ei	ei	ei	ei	ei	
191				0.69	231	>6	0.46	1.53	5.32	0.63	2.10	6.38	
198	VJ76+00			0.77	2.58	>6	0.52	1.75	5.32	0.68	2.27	6.38	
202	VJ72+00			0.82	2.75	>6	0.58	1.93	5.32	0.73	2.43	6.38	
205	KJ1+60	VA-05	Siltämäki	0.82	273	>6	0.56	1.88	5.32	0.77	2.55	6.38	
206	KJ8+37			0.80	2.68	>6	0.57	1.90	5.32	0.75	2.50	6.38	
207	KJ19+39			0.82	273	>6	0.58	1.93	5.32	0.76	2.55	6.38	
208	KJ21+60			ei	ei	ei	ei	ei	ei	ei	ei	ei	
235	VJ71+28	VA-06	Tapaninvainio	0.82	2.75	>6	0.58	1.92	5.32	0.76	2.52	6.38	
236	VJ62+20			0.86	2.87	>6	0.59	1.97	5.32	0.83	2.77	6.38	
266	VJ58+12			0.88	2.92	>6	0.62	2.05	5.32	0.89	2.98	6.38	
267	VJ48+50	VA-07	Pukinmäki	1.01	3.38	>6	0.66	2.20	5.30	1.02	3.40	6.38	
269	VJ47+62			1.01	3.38	>6	0.67	2.23	5.32	1.03	3.42	6.38	
293	VJ41+36			1.10	3.65	>6	0.80	2.68	5.32	1.07	3.57	6.38	
296	VJ37+46			1.13	3.78	>6	0.81	2.87	5.32	1.16	3.85	6.38	
271				ei	ei	ei	ei	ei	ei	1.04	3.47	6.17	
297				ei	ei	ei	ei	ei	ei	ei	ei	ei	
299				ei	ei	ei	ei	ei	ei	1.17	3.90	6.38	

Taulukko 5.14.3 Kolmen laskentatapauksen tulva-aallon eteneminen vahinkoalueilla VA8 ja VA9

kevyenliikenteen

Vahinko- kohde No	Joki- paalu	Vahinkoalue		Paikka, jossa tulvan kulkua tarkkaillaan	TULVA MURT1/MQ break1 4286 MQ			TULVA MURT4/MQ break4 4286 MQ			TULVA MURT1/HQ50 break1 4286 50		
		No:	Nimi		T1 (h)	T2 (h)	T3 (h)	T1 (h)	T2 (h)	T3 (h)	T1 (h)	T2 (h)	T3 (h)
319	VJ37+01	VA-08	Savola	Pukinmäen KL-silta, Sav.rataavallintie	1.33	3.80	>6	1.00	2.87	5.32	1.34	3.83	6.38
320	VJ36+03			Savelan as.alue etejän raja	1.32	3.77	>6	1.00	2.87	5.32	1.34	3.83	6.38
321	VJ29+25			Ouk-Hertt-RT silta	1.33	3.80	>6	1.02	2.90	5.32	1.34	3.82	6.38
326				Ver.Laaks Siirt.puut.	1.33	3.80	>6	0.99	2.83	5.32	1.34	3.83	6.38
338				Kehäl enn. Malmink.	ei	ei	>6	ei	ei	ei	1.36	3.88	6.38
365	VJ20+20	VA-09	Vanhän- Kaupungin- koski	Viikinmäen KL-silta	1.35	3.85	>6	1.04	2.97	5.32	1.38	3.93	6.38
366	VJ18+65			HSY ylipumpp. tunn.	1.37	3.90	>6	1.03	2.95	5.32	1.37	3.92	6.38
367	VJ14+90			Lahden moottoritie	1.35	3.87	>6	1.04	2.97	5.32	1.38	3.95	6.38
384	VJ11+15L			Läntisen haaran Viikintien silta	1.37	3.90	>6	1.04	2.97	5.32	1.36	3.88	6.38
386	VJ10+80L			Läntisen haaran pato	1.36	3.88	>6	1.04	2.98	5.32	1.39	3.97	6.38
388	VJ9+00L			Läntisen haaran purkukohta mereen	1.41	4.03	>6	1.10	3.15	5.32	1.21	3.47	6.37
390	VJ11+15I			Itäisen haaran Viikintien silta	1.37	3.90	>6	1.04	2.97	5.32	1.37	3.92	6.38
394	VJ7+50I			Itäisen haaran purkukohta mereen	1.40	4.00	>6	1.11	3.17	5.32	1.41	4.02	6.38

Tulvan tarkka aikaskaenaario on esitetty liitteessä 6 hydrogafitaulukoina ja kuvina!

5.8.3 Vahingonvaarat väestölle

Ihmisille kohdistuvan Silvolan patomurtumatulvan aiheuttama vahingonvaara on määritelty kahdella tavalla (Taulukko 5.15):

- ihmiset ulkona tulvan aikana
- ihmiset rakennusten sisällä turvassa, vaikka tulva nousisi taloon.

Analyysissä ei oteta kantaa millä tavalla väestö tulee käyttäytymään tositapahtumassa!

Taulukko 5.15 *ks - silvolan 105 => sama taulukko on 100* **YHTEENVETO VAHINGONVAARA IHMISILLE**

Silvolan pato-onnettomuustulvan ihmisille aiheuttama vahingonvaara on sektoroitu vaaran vakavuuden mukaan

Laskenta break1_4286 *MQ* MURT 1; ilman VA3 Ylästö

VAHINKOALUE		Ihmiset yht.	Ihmiset ulkona tulvan aikana			Ihmiset rakennusten sisällä		
No:	Nimi		ei vaara (vD=0)	lievä (vD<0.5)	mittava (vD>1.0)	ei vaara (vD=0)	lievää (vD<3)	mittava (vD>3)
VA1+2	VANT.L+VIHERKUMPU	599	93	465	41	513	86	0
VA 4	TAMMISTO	2518	2247	191	80	2518	0	0
VA 5	SILTAMÄKI	127	61	57	9	127	0	0
VA 6	TAPANINVAINIO	618	458	109	51	618	0	0
VA 7	PUKINMÄKI	1489	1052	363	74	1489	0	0
VA 8	SAVELA	3090	568	318	2204	3090	0	0
VA 9	VANHANKAUP.KOSKI	87	57	23	7	87	0	0
Yhteensä Silvola-Meri		8528	4536	1526	2466	8442	86	0

Laskenta break1_4286_50 *8528* MURT 1; ilman VA3 Ylästö *8528*

VAHINKOALUE		Ihmiset yht.	Ihmiset ulkona tulvan aikana			Ihmiset rakennusten sisällä		
No:	Nimi		ei vaara (vD=0)	lievä (vD<0.5)	mittava (vD>1.0)	ei vaara (vD=0)	lievää (vD<3)	mittava (vD>3)
VA1+2	VANT.L+VIHERKUMPU	599	101	389	109	440	156	3
VA 4	TAMMISTO	2518	2174	238	106	2504	11	4
VA 5	SILTAMÄKI	127	73	33	21	99	15	13
VA 6	TAPANINVAINIO	618	437	108	73	543	75	0
VA 7	PUKINMÄKI	1489	1016	386	87	1188	301	0
VA 8	SAVELA	3090	515	353	2222	2280	810	0
VA 9	VANHANKAUP.KOSKI	87	50	25	12	58	29	0
Yhteensä Silvola-Meri		8528	4366	1532	2630	7112	1397	20

Laskenta break44286 *MQ* MURT 4; ilman VA1+ VA 2 Viherkumpu ym. *8528* *8529*

VAHINKOALUE		Ihmiset yht.	Ihmiset ulkona tulvan aikana			Ihmiset rakennusten sisällä		
No:	Nimi		ei vaara (vD=0)	lievä (vD<0.5)	mittava (vD>1.0)	ei vaara (vD=0)	lievää (vD<3)	mittava (vD>3)
VA3	YLÄSTÖ	993	693	86	214	693	193	107
VA 4	TAMMISTO	2518	2204	224	90	2506	9	3
VA 5	SILTAMÄKI	127	62	58	7	127	0	0
VA 6	TAPANINVAINIO	618	458	109	51	618	0	0
VA 7	PUKINMÄKI	1489	1063	374	52	1489	0	0
VA 8	SAVELA	3090	1187	673	1230	3090	0	0
VA 9	VANHANKAUP.KOSKI	87	63	20	4	87	0	0
Yhteensä Silvola-Meri		8922	5730	1544	1648	8610	202	110

5.8.4 Vahingonvaarat ja omaisuusvahingot rakennuksille

Asuinrakennuskanta on määritelty SeutuCD'09 rekisterin avulla.

Asuinrakennukset, joissa rekisterin mukaan asukkaat on luokiteltu kolmeen ryhmään

1. **AR1 1-2krs** Kevytrakenteinen (puu) 1-2 kerroksinen asuintalo
2. **AR2 1-2krs** Vankasti rakennettu (kiviaines tai metalli) 1-2 kerroksinen asuintalo
3. **KR** Kerrostalo (enemmän kerrosta kuin 2 ja oletettu vankasti rakennettu)
kellarit Osalla asuinrakennuksista on oletettu olevan kellarit (arvio).

Asuinrakennusten lisäksi on luetteloitu muita rakennuksia, joissa rekisterin mukaan ei ole asukkaita. Todellisuudessa saattaa niissä olla huomattaviakin määriä ihmisiä esim. tehtaissa töissä, virastoissa töissä ja asioimassa, kouluissa ja kauppoissa!

Näille rakennuksille on määritelty paikka, maastokorkeudet ja laskentatulosten pohjalta tulvanvaara.

4. **TR** kevytrakenteinen talousrakennus
5. **VAPR** kevytrakenteinen vapaa-aikarakennus
6. **TEOLL** vankasti rakennettu teollisuusrakennus, hotelli- tai ravintolarakennus
7. **JULK** vankasti rakennettu julkinen rakennus, kuten virastotalo, sairaala, vanhusten talo tai koulu
8. **URH** urheiluhalli tai ulkotilat, urheilukenttä ym.

Rakennuksille on annettu vahingonvaaraparametrin mukaiset vettymistä, vaurioitumista tai sortumista kuvaavat raja-arvot., tämän raportin kpl. 5.3 mukaisesti.

Potentiaaliset vahingonvaarat rakennuksille ja ihmisille on esitetty taulukossa 5.5. Tämä taulukko on tehty mallilaskentatulosten ja vahingonvaarakriteereiden pohjalta:

Vahingonvaarojen sektorointia ryhmiin:

- a) **ei vaaraa**
- b) **vettyminen**
- c) **vauriot**
- d) **sortuma**

Tulokset ovat liitteessä 9.2 ja yhteenveto kolmen (3) päälaskentatapauksen vahingonvaaroista on taulukossa 5.15.

Omaisuuksivahingot määriteltiin vaaraluokkiin ja nykyisiin rakennuskustannuksiin perustuvien yksikkökustannusten pohjalta. Omaisuuksivahinkojen yksikkökustannukset ovat liitteessä 9.1. Yksikkökustannuksista muodostettiin vaarataso ja rakennusryhmiä huomioiva kustannusmatrissi ja omaisuusvahinkolaskenta tehtiin liitteessä 9.4. Rakennusten omaisuusvahinkojen yhteenveto on taulukossa 15.16.

Taulukko 5.15 Vaaraluokan mukaisten rakennusten vahingonvaaran sektorointi

Wallas+42.86-MQ-MURT1		Laskenta break1_4286				MURT 1; ilman VA3 Ylästö						
Vaaraluokka	AR 1-2krs		AR 1-2krs		KR (Kerrostalo)		TR (taloustak)	VAPR (vapaa- aika rakennus)	TEOLL (teollii suusrakennus)	JULK (julki- nen rakennus)	URH (Urheilu ym. ulkotila)	Yhteensä rakennukset
	RAK.kevyt	kellarit	Rak.vankka	kellarit	Rak.vankka	kellarit						
ei vaaraa	211	77	106	61	54	53	182	366	20	19	1	959
vettyminen	111	79	49	33	75	63	102	381	7	5	2	732
vauriot	16	10	8	7	0	0	12	29	0	0	0	65
sortuma	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Yht. RAK	339	166	163	101	129	116	296	777	27	24	3	1758

A1Wallas+42.86-HQ50-MURT1		Laskenta break1_4286_50				MURT 1; ilman VA3 Ylästö						
Vaaraluokka	AR 1-2krs		AR 1-2krs		KR (Kerrostalo)		TR (taloustak)	VAPR (vapaa- aika rakennus)	TEOLL (teollii suusrakennus)	JULK (julki- nen rakennus)	URH (Urheilu ym. ulkotila)	Yhteensä rakennukset
	RAK.kevyt	kellarit	Rak.vankka	kellarit	Rak.vankka	kellarit						
ei vaaraa	156	33	95	41	23	8	141	278	15	11	1	720
vettyminen	143	121	50	60	106	108	123	448	12	13	2	897
vauriot	34	22	18	0	0	0	32	50	0	0	0	134
sortuma	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7
Yht. RAK	339	166	163	101	129	116	296	777	27	24	3	1758

A1Wallas+42.86-MQ-MURT4		Laskenta break4_4286				MURT 4; ilman VA1-VA2 Viherkumpu						
Vaaraluokka	AR 1-2krs		AR 1-2krs		KR (Kerrostalo)		TR (taloustak)	VAPR (vapaa- aika rakennus)	TEOLL (teollii suusrakennus)	JULK (julki- nen rakennus)	URH (Urheilu ym. ulkotila)	Yhteensä rakennukset
	RAK.kevyt	kellarit	Rak.vankka	kellarit	Rak.vankka	kellarit						
ei vaaraa	275	96	122	73	68	61	206	464	20	23	0	1178
vettyminen	164	139	19	19	52	46	93	189	2	2	2	523
vauriot	23	0	3	3	0	0	40	0	0	0	0	66
sortuma	22	0	4	3	0	0	18	0	0	0	0	44
Yht. RAK ikm	484	235	148	98	120	107	357	653	22	25	2	1811

5.8.5 Tulva-aallon vaikutukset silloille ja vahinkoarviointi

Silvolan vahingonvaaraselvityksen siltavahinkojen määrittämistä varten on kerätty projektialueen Vantaanjoen ja Keravanjoen silta-aineisto vastuorganisaatiolta. Tämän lisäksi on saatu käyttöön Uudenmaan Ely-keskuksen yksityiskohtaista tulvavaarakartoitusta varten HecRas-virtausmalliin vietyä silta-aineistoa. Siltojen perusaineisto on sen mittavuuden takia ainoastaan sähköisessä muodossa tausta-aineistona liitteessä 10.4.

Projektialueella olevan 24 sillan ja 4 padon omistajatahot tai valvontatehtävissä olevat ovat:

- 1 Valtion silta Liikennevirasto, Tieosasto siltojenhallinto
2. Rautatiesillat VR-Track Oy
3. Jokiuomien vesirakenteet Uudenmaan Ely-keskus ympäristö vastuualue
4. Vantaan kaupungin sillat Vantaan kaupungin rakennusvirato
5. Helsingin kaupungin sillat Helsingin kaupungin rakennusvirato
6. HSY HSY:n omistamat jokiuomien vesirakenteet

Perusaineiston pohjalta on koottu excel-taulukko, jossa on siltojen paikkatieto, teknilliset tiedot vesistötiedot ja siltojen mitoituksen tarkistus HQ 100 vuoden luonnontulvalla. Taulukko on alkuperäisessä muodossa (sis.taulukkolaskentakaavoja) tausta-aineistossa Tausta-liite L_10.1. Taulukko liite Raportti L_10.1 käsittää vain tulostusta varten järjestettyä aineistoa.

Liitteessä L_10.1 on myös esitetty omistajatahojen vastuuhenkilöt siltatyypit ja siltojen uudisrakentamisen kustannukset. Pääkaupunkiseudun siltojen nykyiset rakennuskustannukset määritellään Helsingin kaupungin rakennusviraston siltaosaston kokemuseräisen kaavan mukaan: Sillan rakentamiskustannus SILRAK_KUST (euroa) = (1700 2000 €/m²) * kannen pinta-ala (m²). Rautatiesilloja koskevat kustannukset on toimittanut VR-Track Oy.

Vahingonvaarat määriteltiin kolmen päämallilaskennan ja siltatietojen pohjalta. Siltavahinkojen määrittely tapahtui vertailemalla silta-aukoissa syntyviä luonnontulvan HQ100 ja patomurtumatulvien vahingonvaaraparametrejä. Toinen kriteeri oli ylipurkautumisen vaara. Vahingonvaarojen määrittelyn aineisto on raporttiliitteessä L_10-2 ja omaisuusvahinkojen määrittely on raporttiliitteessä L_10.3. Ohjeistus ja laskentaohje ovat Taulukossa 5.11 ja yhteenveto tuloksista on esitetty liitteessä 5.18.

Taulukko 5.17 Siltavahinkojen luokitus ja omaisuusvahinkojen laskentaohje

Vahinkoluokka		Vahinkojen kustannukset	
No:	vahinkojen selvitys	Kustannusten porrastus / vahinkoluokka	Laskentakaava
0	ei vahinkoa	10000 euroa/ silta tarkistuksia varten	kiinteä
1	lievät vahingot	0.1 (10% uuden sillan hinnasta)	0.1 * Kust.S-uusi
2	huomattavat vauriot	0.4 (40% uuden sillan hinnasta)	0.4 * Kust.S-uusi
3	silta sortuu tai tulee käyttökelvottomaksi	1.0 (100%Uuden sillan hinta)	1 * Kust.S-uusi

Taulukko 5.18 Siltavahinkojen luokat ja omaisuusvahinkomääritys, yhteenveto

Silta tai pato		Joen		Tiehall. silta-		sillan tai padon		Silta-		laskenta, break1 4286 50		laskenta, break1 4286		laskenta, break4 4286		Siltojen	
Vah.- kohde No	joki	Joen paalu.no	Tiehall. silta- rekisterin no.	nimi	tyyppi	Vahinko- luokka	Vahinko- kerroin	Om.vahinko €*1000	Vahinko- luokka	Vahinko- kerroin	Om.vahinko €*1000	Vahinko- luokka	Vahinko- kerroin	Om.vah.o €*1000	Vahinko- erroit	Om.vah.o €*1000	Kustann. €*1000
1	3 Vantaa	173+56		Mustakosken KL-silta	S11	3	1	1020	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	10	1020
2	17 Vantaa	158+50		Ylästön silta	S16	3	1	1650	3	1	1650	0	1	0	0	0	1650
3	87 Vantaa	130+70	-	Vedenottamon säännöstelypato	PATO	0		0	0		0	0		0	0	0	0
4	88 Vantaa	130+55		Silvolan tiesilta	S15	3	1	440	3	1	440	0	1	440	0	0	440
5	89 Vantaa	127+40	4005	Pitäköksen putki- ja kävelysilta	S17	3	1	172	3	1	172	0	1	172	0	0	172
6	157 Vantaa	86+84	U-6305	Niskalan kevyen liikenteen silta	S17	3	1	960.5	2	0.4	384.2	3	0.4	960.5	1	960.5	961
7	199 Vantaa	75+15	U-1041+u-3041	Tuusulan väylän kaksoisilta	S16	2	0.4	2321.6	2	0.4	2321.6	2	0.4	2321.6	2	2321.6	5804
8	201 Vantaa	72+77	U-2026	Tapaninvainion silta	S16	1	0.1	238.5	2	0.4	954	2	0.4	954	2	954	2385
9	203 Keravanj.	1+70	U-6321	Tapaninkyläntien silta	S16	0	kiinteä	10	0		10	0		0	0	0	2235
10	205 Keravanj.	8+37	U-323	Brobackan silta	S22	2	0.4	160	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	10	400
11	206 Keravanj.	19+39	U-6147	Keravanj.KL-silta Siltamäen kohdalla	S17	2	0.4	103.6	2	0.4	103.6	2	0.4	103.6	2	103.6	259
12	207 Keravanj.	21+60	-	Myllypato	PATO	0		0	0		0	0		0	0	0	0
13	208 Keravanj.	33+39	-	Sateenkaaren raittisilta	S12	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	0	408
14	236 Vantaa	64+20	U-6223	Tuomarinkylän kevyen liikenteen silta	S19	3	1	749	3	1	749	3	1	749	1	749	749
15	267 Vantaa	48+50	U-1375	Kehä 1:n kevyen liikenteen silta Vantaanjoki	S18	1	0.1	105	1	0.1	105	1	0.1	105	0.1	105	1050
16	268 Vantaa	47+90		Kehä 1, kaksoisilta	S16	2	0.4	1780	2	0.4	1780	2	0.4	1780	2	1780	4450
17	293 Vantaa	41+36	U-6042	Käskynhaltijantien silta	S16	2	0.4	672	1	0.1	168	1	0.1	168	0.1	168	1680
18	296 Vantaa	37+46	VR	Rautatiesilta, päärata	S16	1	0.1	640	1	0.1	640	1	0.1	640	0.1	640	6400
19	319 Vantaa	37+01	U-6262	Pukimäen kevyen liikenteen silta	S19	2	0.4	260	1	0.1	65	1	0.1	65	0.1	65	650
20a	321a	Vantaa	U-6019	Rautatiesilta Vantaanjoen yli	S18	2	0.4	1000	2	0.4	1000	1	0.1	1000	0.1	250	2500
20b	321b	Vantaa	U-6190	Herttoniemen radan raittisilta	S19	3	1	1140	3	1	1140	2	0.4	456	0.4	1140	1140
21	365 Vantaa	20+70	U-6423	Viikimäen kevyen liikenteen silta	S17	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	10	583
22	367 Vantaa	15+25	U-2975	Lahdenväylä, moottoritie	S16	1	0.1	396.9	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	10	3969
23	383 Vantaa	11+65L	-	Neulapato-putkistoaitusrakenne	PATO	0		0	0		0	0		0	0	0	0
24	384 Vantaa	11+15L	U-6010	Viikintien läntinen silta VJ.nyli	S22	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	10	780
25	386 Vantaa	10+65L	-	Vaanhaukkipunginkosken pato	PATO	0	rak. 3	0	0	rak. 3	0	0	0	0	0	0	0
26	387 Vantaa	10+40L	U-6970	Tekniikan museon puistosilta	S17	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	10	74
27	380 Vantaa	11+15	U-6020	Viikintien itäinen silta VJ.n.yli	S23+S15	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	10	1060
28	393 Vantaa	8+50L	U-6376	Tekniikan museon kevyen liikenteen silta	S19	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	kiinteä	10	0	10	342
Yhteensä omaisuusvahingot										40%	13879.1	29%	11985.9	23%	9566.7	41161	

5.8.6 Tulva-aallon vaikutukset teille- ja rautatielle

Eri patomurtumatulvien alle jäävän tiestön vahingonvaarat määriteltiin tulvakartta-aineiston (vahinkoparametri vD-karttoja) pohjalta. Tulva-alttiit tiet numeroitiin ja annettiin alanumerot vahinkovaaraparametrin luokituksen mukaan.

Vahinkojen määrittely tehtiin vain kahdelle tapaukselle:

- **minimi** edustaa laskentatapaus Break1_4286
- **maksimi** edustaa laskentatapaus break1_4286_50 + vahinkoaluekohtaisen siltatukoksen aiheuttamaa lisävahinkovaaraa

Tievahingonvaarojen määrittelyyn käytetyt menetelmät on selostettu raporttiliitteessä L_11.1. Teiden uudisrakentamisen kustannuksista Tielaitoksen RAPAL-raportin 2005 yhteenveto on liitteessä L_11.2. Laskennassa on otettu huomioon, että tilastokeskuksen mukaan on rakennuskustannusindeksi muuttuu vuodesta 1/2005 vuoteen 1/2011 120 %:iseksi eli kustannusnousu on ollut +20%. Teitä kuvaava aineisto ja karttapoiminnan tulostaulukko on raporttiliitteessä L_11.3 ja tie ja rautatievahinkojen määrittelyn tulokset on raporttiliitteessä L_11.4. Taustaraportin liitteessä Tausta_liite liitteessä 3 aineisto on raporttiliitteessä L_11-2 ja omaisuusvahinkojen määrittely on raporttiliitteessä L_10.3. Ohjeistus ja laskentaohje ovat Taulukossa 5.11 ja yhteenveto tuloksista on esitetty liitteessä 5.18.

Rautateiden penkereistä on arvioitu, että mahdollisesti viikkoja kestävässä siltatukostulvassa saattaa penkereisiin kehittyä vettymis- ja suodatusvaurioita ja pahimmassa tapauksessa sisäisen eroosion vaurioita. Näiden aineelliset vahingot ja korjauskustannukset on arvioitu, mutta viikkojen liikennöintirajoitukset saattavat tulla aineellisia vahinkoja huomattavasti kalliimmaksi. Sama pätee myös Kehä 1 moottoritiehen Pukinmäessä ja Savelassa arvioidussa tulvimisessa!

Vantaanjoen ja Keravanjoen uomien läheisyydessä ja alhaisessa korkeustasossa on mittavuudeltaan huomattava kevytliikenneväylien verkosto. Vahingot on huomattavia ja ne on osoitettu selvityksessä.

Siltavahinkojen arvioinnin yhteenveto on taulukossa 5.19.

Taulukko 5.19 Yhteenveto tie- ja rautatien omaisuusvahingoista

Vahinkoalue		Vahingot (€*1000)		Huomautus
No:	Nimi	min	max	
VA-01	Vantaanlaakso	95	502	Kuninkaantie ja Ylästöntie
VA-02	Viherkumpu	104	370	laaja katuverkosto
VA-03	Ylästö	8	386	laaja katuverkosto
VA-04	Tammisto	37	1254	Tuusulan väylä ja Valimotie
VA-05	Siltamäki	0	37	Vähäiset tievahingot
VA-06	Tapaninvainio	21	169	Vähäiset tievahingot
VA-07	Pukinmäki	334	1826	Kehä1 ja Rautatien päärata
VA-08	Savela	279	1036	Ouk-Hertt Rautatierata
VA-09	Vanh.Kaup.koski	0	0	ei tievahinkoa
Yhteensä tievahingot A1+2		880	5581	euroa * 1000
Yhteensä KVL väylät A1+2		675	1395	euroa * 1000
YHTEENSÄ		1555	6976	euroa * 1000

5.8.7 Tulva-aallon vaikutukset sähköjakeluverkkoon

Silvolan pato-murtumatulvasta on arvioitu aiheutuvan sähköjakelukohteisiin huomattava vahingonvaara. Vahinkokohteet ovat:

- sähköasema (Pukinmäki)
- muuntajat
- kj-pylväät
- jakokaapit

Projektialueella toimii kaksi sähköjakeluyhtiötä, jotka on määritelty toiminta-alueellaan, tulvavaarassa oleviksi kohteiksi. Määrittely tapahtui heille toimitettujen patomurtumatulvavaarakarttojen pohjalta.

Sähköjakeluyhtiöt ovat:

- Vantaan Energia Sähköverkot Oy
- Helsingin Energia, Helen Sähköverkko Oy

Vahinkoalueen ja omistajayhtiön mukainen vahinkokohdejakautuma on esitetty taulukossa 5.20.

Taulukko 5.20 Sähköjakelun vahinkokohteet Silvolan patomurtumatulvassa (jakeluyhtiöiden määräämä potentiaali)

Vahinkoalue		Sähkön- jakeluyhtiö	Sähkö- asema	Muuntamo	Kj- pylväs	Jako- kaappi	Yht. kohteet
No	Nimi						
VA-1	Vantaanlaakso	Vantaan E		1	10	5	16
VA-2	Viherkumpu	Vantaan E		2	3	19	24
VA-3	Ylästö	Vantaan E		2	5	17	24
VA-4a	Tammisto	Vantaan E		4	0	19	23
VA-4b	Tammisto	Helsingin E		1	2	3	6
VA 4 yht	Tammisto	Vant+Hel E		(5)	(2)	(22)	(29)
VA-5	Siltämäki	Helsingin E		3	0	28	31
VA-6	Tapaninvainio	Helsingin E		7	4	72	83
VA-7	Pukinmäki	Helsingin E	110kV, 1	4	5	26	36
VA-8	Savela	Helsingin E		6	1	47	54
VA-9	Vanhankaupun- ginkoski	Helsingin E		6	8	21	35
Yhteensä kohteet		Vantaan E		9	18	60	87
Yhteensä kohteet		Helsingin E		27	20	197	245
Yhteensä kohteet			1	36	38	257	332

Vahinkokohteista määriteltiin YKJ-koordinaatit ja kaikille kohdille jälkiprosessoitiin mallilaskentatulokset. Vahinkokohdelista L_12.2b_Silvola_SÄHKÖ_vah_kohdelista.xls liitetään raporttiin, mutta vain sähköisessä muodossa.

Sähkön jakelukohteiden vahinkoluokkien ja omaisuusvahinkojen määrittelyn ohjeistus on liitteessä L_12.1 ja laskentatulokset on liitteessä L_12.2a.

Kokonaisvahingot ovat minimissään 0.31 miljoonaa euroa ja maksimissaan 1.15 miljoonaa euroa.

5.8.8 Kunnallistekniikalle syntyvä vahingonvaara

Projektialueella sijaitsee 25 kohdetta, joita on kästelty kunnallisteknillisinä. Kohteiden paikkatieto, teknillisiä tietoja ja mallilaskentatulokset on järjestetty samalla tavalla kuin sähköjakelukohtien osalta. Kunnallisteknillisiä kohteita on vahinkoaluekohtaisesti aina sähkökohtien perässä ja samassa vahinkokohdelistassa. Kunnalliset vahinkokohdat on listattu taulukossa 5.21. L_12.2b_Silvola_SÄHKÖ_vah_kohdelista.xls.

Kunnallisteknilliset vahinkokohdat on listattu taulukossa 5.21

Taulukko 5.21 Kunnallisteknilliset vahinkokohdat

No:	Vahinko- alue	Nimi	Tyyppi	Omista ja	Vahingonvaara min		Vahingonvaara max	
					Vedensyv.D (m)	Luokk	Vedensyv.D (m)	Luokk
KUNN-01	VA01	Tuulitien PA	JV-PA	HSY	0.7	2	1.72	3
KUNN-02	VA02	Pitk.k.vedenott	Vesilaitos	HSY	-0.8	0	0.52	2
KUNN-03	VA02	Pitk.k.v.ott.välppä	Vesilaitos	HSY	1.25	1	3.16	3
KUNN-04	VA02	Pitk.k.pohjapato	Vesilaitos	HSY	5.13	1	7.44	3
KUNN-05	VA02	Silvola altaan silta	silta	HSY	-0.98	1	1.55	3
KUNN-06	VA02	Pitkäk.putkisilta	putkisilta	HSY	-1.00	1	-0.16	3
	VA03	ei kunn.tekn.kohd.						
KUNN-07	VA04	Tammistonranta pohjoinen PA	JPV-725	HSY	0.21	1	1.54	3
KUNN-08	VA04	Tammistonranta etelän PA	JPV-724	HSY	1.13	3	2.61	3
KUNN-09	VA04	Valimotien PA	kuivatus PA	Tielaitos	0	0	2.75	3
KUNN-11	VA05	Rantapolun PA	jätevesi PA	HSY	3.14	3	3.68	3
KUNN-10	VA05	Suutarilan JV-PA	JPV 020	HSY	-0.57	0	0.47	2
KUNN-12	VA05	Siltamäen JV-PA	JPV 021	HSY	1.30	3	2.28	3
KUNN-13	VA06	Pukinmäen JV-PA	JPV 023	HSY	1.57	3	2.84	3
KUNN-14	VA07	Patolan VL tunneli	Tunnellisuu	Hels.Eng	0.2	2	3.36	3
KUNN-15	VA07	Kaukol.ilmastus	pysty putki	Hels.Eng	0.2	2	2.00	3
KUNN-16	VA07	Kehäl RT alitus	kuivatus PA	Tielaitos	0	0	2.89	3
KUNN-17	VA08	Savelan JV PA	JPV 0.67	HSY	0.72	2	2.06	3
KUNN-18	VA09	kork.painePA yliv.	joen vier.tunneli	HSY	Max W+9.17m	1	MaxW+9.61m	2
KUNN-19	VA09	Vesil.ulkop,	VK-vesilaitos	HSY	0.21	1	0.54	2
KUNN-20	VA09	Vesil,kork.paine PA	VK-vesilaitos	HSY	-2.26	0	-1.85	0
KUNN-21	VA09	Kemikaalirakennus	VK-vesilaitos	HSY	-2.46	0	-1.85	0
KUNN-22	VA09	VKK-neulapato	Kaukalo	HSY	3.65	1	4.17	2
KUNN-23	VA09	VKK-kivipato	riskialtiis	HSY	1.68	3	2.08	3
KUNN-24	VA09	Lämpövoimalamuseo		Hels.Eng	vain mikäli padon	2(3)	vain mikäli padon	2(3)
KUNN-25	VA09	Vesivoimalamuseo		Hels.Eng	reunamuuri sortuu		reunamuuri sortuu	

Suurin kunnallistekniikan vahinkoryhmä on jätevedenpumppaamot, joiden osalta voidaan käyttää samaa vahinkoluokitusta kuin sähköjakelukaapin osalta. Pumppaamoilla on sähkökaapin lisäksi automatiikka, joten yksikkövahinkohinnaksi käytetään 20 000 euroa, kun vesi nousee kohteessa (maanpinta) yli 1 metrin.

Omaisuusvahingot syntyvät seuraavasti:

Minimi:

2 pumppaamo vah.luokka 2 à 5000 € +4 pumppaamo vah.luokka 3 à 20000 €, yht 90000 €

Maksimi:

1 pumppaamo vah.luokka 2 à 5000 € +9 pumppaamo vah.luokka 3 à 20000 €, yht 185000 €

Silvolan silta (KUNN-05) ja putkisilta (KUNN06) on omaisuusvahinkojen osalta käsitelty siltaselvituksessa. Patolan lämpövoimalan tunnelisuun osalta kehitellään parhaillaan hätäsuojausjärjestelmää, jossa pystyilmastusputkelle on valmis suojaläppä asennettavaksi ennen vedenpinnan nousua. Vanhankaupunginkosken vesirakenteet vaatisivat omaa patoturvallisuusohjelmaa.

5.8.8⁹ Silvolan tekoaltaan patomurtuman aiheuttamat omaisuusvahingot, yhteenveto

Taulukko 5.Omaisuusvahinkojen yhteenveto

Raportin kpl.	Vahinkoryhmän nimi	Omaisuusvahingot milj. euroa	
		MINIMI	MAKSIMI
5.8.4	Asuinrakennukset ja muut rakennukset	28.2	44.0
5.8.5	Siltavahingot	9.6	13.9
5.8.6	Tie- ja rautatievahingot	1.6	7.0
5.8.7	Sähkövahingot	0.3	1.2
5.8.8	Kunnallistekn. vahingot	9,1	0,2
	Yhteensä Omaisuusvahingot	39.7	66.3

?
ks. s. 111
110 - 0,09 milj. eli 0,1

6 SILVOLAN PADON JA SEN KÄYTÖN KANNALTA TÄRKEIDEN VESISTÖJÄRJESTELMIEN TOIMINNALLINEN TARKASTELU MITOITUSTULVALLA

6.1 Silvolan tekoaltaan yleisesitys

Yleisesitys on tämän raportin kappaleessa 1.3 ja perustuu kohdesuunitelmaan 2004.

Ote kohdesuunnitelmasta 2004:

Silvolan tekoallas on pääkaupunkiseudun vedenhankintaa ja -puhdistusta varten rakennettu raakaveden tasaussallas, joka sijaitsee Vantaa kaupungin alueella Ylästön asuntoalueen välittömässä läheisyydessä noin 500 m päässä Helsingin Veden Pitkälän vedenpuhdistuslaitoksesta, Vantaan joen itä- ja pohjoispuolella. Altaalta on matkaa mereen jokiuomaa pitkin mitattuna noin 13 km.

Allas on rakennettu kuivalle maalle vuosina 1960 - 1962 ja otettu käyttöön kesäkuussa 1962. Aluksi altaan vesi otettiin Vantaanjoesta pumppaamalla. Vuodesta 1982 lähtien altaaseen on johdettu omapaineisesti Päijänteen vettä kalliotunnelia pitkin.

Silvolan tekoaltaan maapatojen pituus on 2,3 km ja harjakorkeus $N_{60+} 44.66\text{m}$ (NN +44,60). Tavanomaisella vedenkorkeudella $N_{60+} 42.06\text{m}$ (NN +42,00) altaan vesipinta-ala on noin 50 ha, vesitilavuus 5,4 milj. m^3 , suurin pituus yksi kilometri, suurin leveys puoli kilometriä ja suurin syvyys 17 m. Veden keskisyvyys on 10 m. Altaan vedenkorkeutta, jonka vaihtelu on normaalisti pieni, säädellään Ylästön sulkukeskuksen ja/tai Pitkälän vedenpuhdistuslaitoksen vedenottamon laitteiden avulla. Altaan täyttötunnelin sulkulaitteiden häiriöiden varalta on altaan koillispuolella ylisyöksypato, jonka kynnyskorkeus on tasolla $N_{60+} 42.31\text{m}$ (NN +42,25).

Koska allas on suurimmalta osaltaan padottu keinotekoisella penkereellä, on altaan oma valuma-alue hyvin pieni (n. 0,5 ha). Siten mahdolliset rankkasateet eivät nosta altaan veden pintaa merkittävästi. Altaassa ei ole patoluukkuja tai muita vastaavia rakenteita.

Allas täytettiin ja tyhjennettiin aikaisemmin ns. tulo- ja ottotornien kautta. Nykyisin vesi virtaa tarpeen mukaan edestakaisin Ylästön sulkukeskuksen kautta Päijännetunneliin. Tarvittaessa allas voidaan tyhjentää nopeimmin ottamalla raakavesi pelkästään altaasta ja avaamalla tulo- ja ottotornien Vantaanjokeen johtavien tyhjennysviemäreiden venttiilit. Tyhjennysvirtaama on tällöin aluksi noin $15 \text{ m}^3/\text{s}$, ja altaan vesipinta laskee noin 2,5 m/vrk. Kaavio Silvolan tekoaltaan vedenotto- ja tyhjennysjärjestelyistä on esitettykohdesuunitelman 2004 liitteessä 2B.

Mikäli ulkoiset tekijät vaikuttavat pato-onnettomuustulvan vakavuuteen, kuten esimerkiksi poikkeukselliset tulvanvirtaamat, voidaan vaikutuksia lieventää alentamalla altaan vedenpinnan korkeutta. Tätä mahdollisuutta harkittaessa on hyvä ottaa huomioon, ettei vedenpinnalla $N_{60} + 41,06 \text{ m}$ (NN+ 41.00) vesilaitoksen toiminta vielä vaikeudu.

6.2 Mitoitustulva

Pato on rakennettu kuivalle maalle, eikä Vantaanjoen vesistössä esiintyvä tulvatilanne vaikuta altaaseen.

Altaan täyttötunnelin sulkulaitteiden pettäessä syntyvä ylivirtaustilanne (max. 9 m³/s) tekoaltaaseen ei ole yhtä vakava kuin padon murtuma, koska altaan koillispuolella ylivuotokynnys purkaa tulovirtaaman, ja altaan vedenpinta nousee enintään tasolle NN +42,80. Kyseinen korkeus on altaan maapatojen tiivistesydämen harjakorkeuden alapuolella

Patoturvallisuuskansion lehdissä 1 todeaan mitoitustulvaksi 9 m³/s ja altaan HW-vedenpinnaksi N₆₀₊ 42.86m (NN + 42.80)

Vahingonvaaraselvityksessä otettiin Silvolan altaan HW pinnassa huomioon, että tulovirtaamaa Päijännetunnelista ei voida laitevian takia sulkea, jolloin vedenpinta nousee tasoon N₆₀₊ 42.86m (NN +42.80).

6.3 Vesistöön kohdistuvat toimenpiteet

6.3.1 Yleistä

Vesistöön kohdistuvilla toimenpiteillä on tarkoitus alentaa patomurtumavaaraa tai lieventää patomurtuman vahingonvaaraa alapuolisella vesistöalueella. Vahingonvaaroja määriteltäessä on otettava huomioon, että patolinjassa 1 (Läntinen pato) tapahtuneessa murtumassa syntyy Vantaanjoessa vastavirtaan kulkeva voimakas tulva-aalto, joka vaikuttaa Vantaankoskeen asti!

Vesistössa ei ole sellaisia säännösteltyjä järviä tai altaita, joiden avulla voitaisiin vaikuttaa patomurtuma-aikana hallitseviin tulvavirtaamiin ja näin pientää vahingonvaaroja.

6.3.2 Silvolan tekojärven vedenpinnan alentaminen

Patoturvallisuuskansiossa todetaan, että altaan lyhin tyhjennysaika vedenkorkeuden laskemiseksi ylivedestä N₆₀₊ 42.86m (NN +42.80) teknilliseen alaveteen N₆₀₊ 25.56m (NN +25.50), kun tulovirtaama vastaa keskiylivirtaamaa on 4 vrk.. Altaan varastokapasiteetti on tällöin 5.3 milj.m³.

Kohdesuunnitelmassa todettiin nopeampana tyhjennystapana Vaihtoehto 2, jolloin tyhjennysvirtaama olisi 15 m³/s (n.1.3 milj m³/vrk). Todellisuudessa loppuu hätäilyökykykynnyspurkautuminen silloin, kun vedenpinta on laskenut sen kynnystasoon N₆₀₊ 42.31m. Kohdesuunnitelman ja patoturvallisuuskansion oletus oli kuitenkin, että 9 m³/s tulovirtaama johtuu täyttölaitteiston viasta ja tätä ei ole saatu korjatuksi tyhjennysoperaation aikana.

Altaan tyhjennykseen jäisi tällöin 15 – 9 = 6 m³/s (0.518 milj.m³/vrk). 5.3 milj.m³ allas-tilavuuden tyhjentämiseen kuluisi yli 10 vuorokautta ja tyhjennyskapasiteetin pienentyessä altaan vedenpinnan alentuessa vielä huomattavasta pidempään. On todennäköistä, ettei altaanvedenpinnan alentaminen teknilliseen alaveden tasoon onnistukkaan ennen kuin täyttölaitteistovika on korjattu!

Altaan tyhjenemistä koskeva suunnitelma ja patoturvallisuuskansion informaatio vaatii täsmennyksenä, millä tavalla täyttöhäiriön aikana, kun $9 \text{ m}^3/\text{s}$ hallitsemattoman tulovirtaaman aikana voidaan tyhjenystä tehdä ja mitkä olisivat tämän reunaehdot.

Nykyisen laitossunnittelun tyhjennysvaihtoehdot 1 ja 2 perustuvat siihen, että ensimmäisenä toimenpiteenä suljetaan Päijännetunnelin ventiilit (1) Ylästön sulkukeskuksessa! Viite: vedenpinnan alentaminen.doc, 31.7.1986 eha23kir (patoturvallisuuskansio 3lehti)

6.3.3 Toimenpiteet Silvolan tekojärven yläpuolisessa vesistöissä

Ei ole operatiivisia toimenpiteitä yläpuolisessa vesistöissä. Varoitustoimenpiteet silloin kun läntisen padon (pato I) murtuma uhkaa koskevat:

- Ylästöntien ja sen Vantaanjoen sillan sukemista liikenteestä
- Kuninkaantien sulkemista liikenteestä Voutilan ja vantaankosken väliseltä jaksolta

6.3.4 Toimenpiteet Silvolan tekojärven alapuolisessa vesistöissä

Tilanneseuranta ja varotoimenpiteet siltatukosten muodostumisen estämiseksi

6.3.5 Toimenpiteet talviaikana tapahtuvassa pato-onnettomuudessa

Jokijäätilanteen seuranta ja varotoimenpiteet siltatukosten muodostumisen estämiseksi

7 TULOSTEN YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

7.1 Vahingonvaaraselvityksen tarkoitus ja taustatiedot

Tekoaltaille ja niiden padoille on vahingonvaaraselvitys patoturvallisuuslain vaatima, silloin kun mahdollinen patomurtuma aiheuttaa padon alapuoliselle västölle hengenmenetyksen vahingonvaaroja. Myös mittavat aineelliset vahingot tai ympäristövahingot saattavat olla peruste lain vaatiman selvityksen tekemiseen. Patoluokka on silloin I-luokka. Silvolan altaan vahingonvaara on selvitetty myös aikaisemmin v. 1986 ja pato oli silloin määritelty P-padoksi, mikä on rinnastettavissa nykyiseen 1-luokkaan.

Edellisestä vahingonvaaraselvityksestä on kulunut noin 25 vuotta. selvityksessä käytettävissä olevien laskentamenetelmien tarkkuus on huomattavasti parantunut 25 vuoden aikana ja padon alapuolella on infrastruktuuri muuttunut. Näin päätti padon omistaja HSY (Helsingin seudun ympäristöpalvelut kuntayhtymä) uusia Silvolan tekoaltaan vahingonvaaraselvityksen patoturvallisuusviranomaisten esityksestä.

Työn tarvittavasta kattavuudesta laadittiin esiselvitys vuonna 2010 ja vahingonvaaraselvitystyö aloitettiin marraskuussa 2010. Vahingonvaaraselvityksen tekijäksi valittiin PR Vesisuunnittelu Oy. Vastuulliset projektipäälliköt olivat tilaajan HSY:n puolesta käyttöpäällikkö Seppo Autere ja konsultin puolesta asiantuntija DI Peter Reiter.

7.2 Vahinkoaluekohtaiset ja tapauskohtaiset yhteenvedot ja kokonaisvahinko

Pato-onnettomuuden vahingonvaara syntyy, kun padon murtuma-aukosta purkautuva tulvavirtaama kohtaa vahinko-objektin, joka sijaitsee tai oleskelee tulvan tiellä ja vedenpinnan alapuolella. Vahingonvaaran määrittelemiseen vaatii tulvan voimakkuuden ja vahinkokohteen kestävyuden arvioimisen. Patomurtuman alun ja sen kehittymisen ja tulvan etenemisen mukaan nopeuden aikaskenaariot ovat tärkeitä, kun suunnitellaan torjuntatoimenpiteet tai mahdollisuudet pelastautua ennen tulvan saapumista.

Jokitulvien aikana on patomurtumatulvissa virtausnopeudella suuri merkitys. Vaarallisilla alueilla patomurtumatulvan vedennopeudet ovat kuitenkin useita kertoja suurempia kuin jokitulvilla. Tämä korostaa virtausnopeuden merkitystä vaaratekijänä vesisyvyyden rinnalla. Virtaavan veden vahinkopotentiaali määritellään nykyään varinkoparametrillä tai tulvaintesiteetillä, joka on molempien kerronneisluku vD (m²/s). Laajojen kansainvälisten tutkimusten ja tositapahtumien rekonstruoinnilla on saatu vahinkoparametrille raja-arvot, joiden avulla voidaan analysoida vahingot aluekohtaisesti tai osoittaa tietyille vahinkokohteelle vahinkoparametri.

Laskennallisten vahingonvaarojen lisäksi on myös vahingonvaaroja lisääviä tekijöitä, kuten kylmä vesi, talvella jäätyminen, pimeys, epätasainen pohja veden alla, uivia aineksia jne. Kun otetaan vielä huomioon, että ihmisten käyttäytymisellä, tulvakokemuksella, paikallistuntemuksella ja haavoittuvuudella (sairaat, eri ikäluokat, pienet lapset ja ikäihmiset) on suuri merkitys selviytymisessä myös äkkitulvatilanteissa, voi ymmärtää, että variaatiot ovat lukuisat.

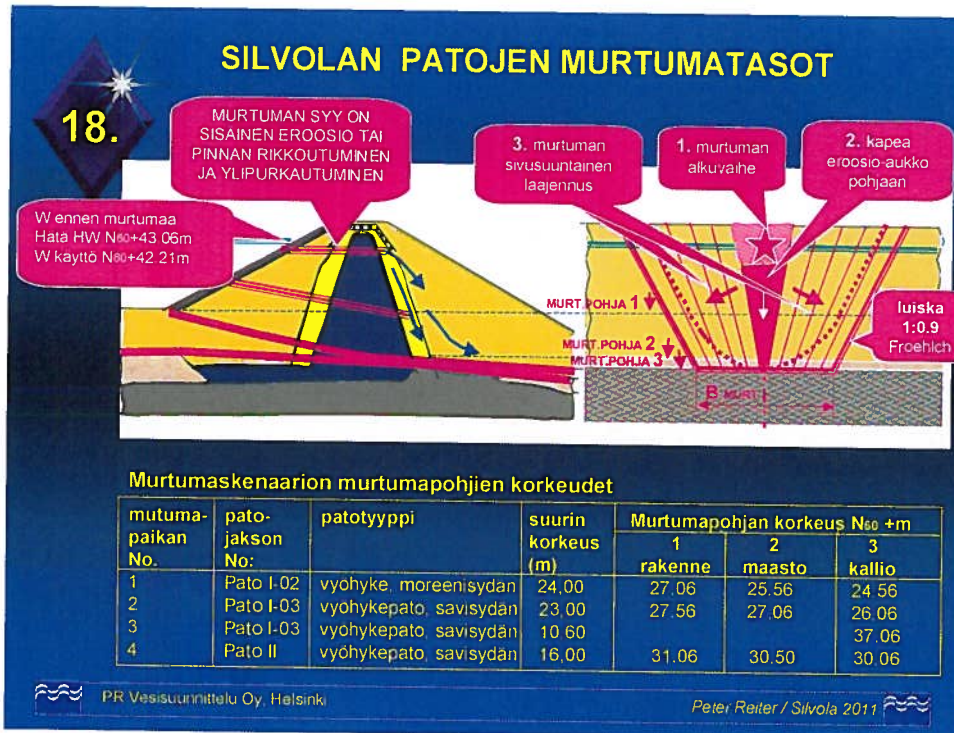
Silvolan altaan vahingonvaaraselvityksessä käytettiin kansainvälisesti kehitettyjä menetelmiä ja vahinkoparametrin raja-arvoja, joihin viitataan myös Hämeen Ely-keskuksen julkaisemassa patoturvallisuusoppaan luonnoksessa 2010..

Pato-onnettomuuden vahingonvaaraselvitys koostuu kolmesta pääosiosta:

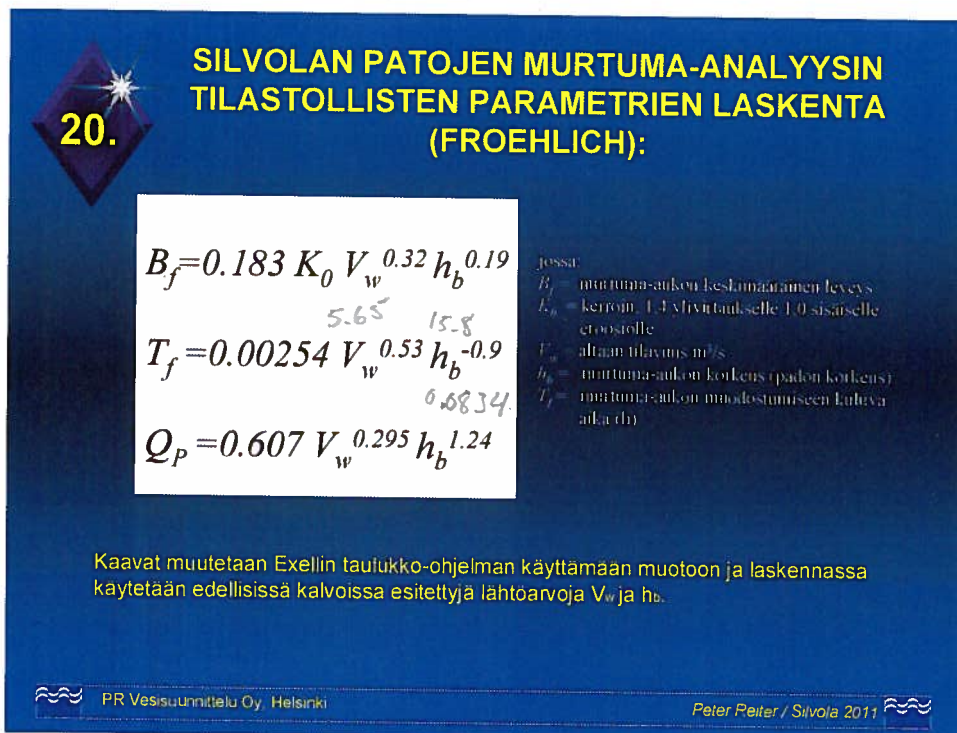
1. Patomurtuma-analyysi
2. Patomurtumatulvan eteneminen padon alapuolisella alueella
3. Patomurtuman aiheuttama vahingonvaara.

Vahingonvaaraselvitys täytyy palvella mahdollisimman hyvin padon turvallisuussuunnitelmaa ja selvityksen tulosten perusteella on selvityksen laatijan annettava lausunto patoluokasta. Vahingonvaaraselvitys täytyy välittää tiedot ja tämän takia on laadittu yhteenvedo PowerPoint esityksenä. Esityksestä käytetään tärkeimpiä kalvoja tämän raportin yhteenvedossa.

Silvolan patomurtuma-analyysi laadittiin neljään murtumakohtaan:



Froehlichin menetelmä perustuu laajaan tositapahtumiin perustuvaan aineistoon



Froehlichen menetelmän syöttödata on murtumapohja ja altaan vedenpinta ennen murtuman alkua **hf** ja vedenpinnan mukainen altaan vedentilavuus. **Vw. Menetelmä on yksinkertainen ja soveltuu hyvin taulukkolaskentaan (Excel)**

Froehlichin menetelmällä määritellään murtuma-aukon muoto ja murtuman hehityksen nopeus. Indikaatiivisena arvona voidaan määritellä myös murtumavirtaama, mutta suositus on käyttää **murtuman pohjan leveyttä Bf** ja kiinteänä 1:0.9 kaltevuuden aukon sivuluiskissa. Virtausmallille annetaan myös Froehlichin menetelmällä todettu **murtuman pohjaleveyden muodostamisaika Tf**

21. SILVOLAN PATOJEN MURTUMA-ANALYYSIN TILASTOLLISTEN PARAMETRIEN LASKENNAN TULOKSET (FROEHLICH):

Murtumaskaario		Murtuman pohjan leveys (m)		Murtuma-alka tf (h)		Murt.huippuvirtaama (m3/s)	
		B1 (m)	B2 (m)	Tf1 (h)	Tf2 (h)	Qp1 (m3/s)	Qp2 (m3/s)
Altaan W murtuman alussa		W =+ 43.06	W =+ 42.21m	W =+ 43.06	W =+ 42.21m	W =+ 43.06	W =+ 42.21m
Froehlichin laskentatulokset		B1 (m)	B2 (m)	Tf1 (h)	Tf2 (h)	Qp1 (m3/s)	Qp2 (m3/s)
Murtuma 1	Murt1.pohja1	45	44	0.80	0.81	1859	1703
	Murt1.pohja2	46	45	0.74	0.75	2088	1925
	Murt1.pohja3	47	45	0.71	0.71	2237	2070
Murtuma 2	Murt2.pohja1	45	43	0.81	0.83	1780	1627
	Murt2.pohja2	45	44	0.80	0.81	1859	1703
	Murt2.pohja3	46	44	0.76	0.77	2009	1849
Murtuma 3	Murt3.pohja3	29	27	1.28	1.36	439	348
Murtuma 4	Murt4.pohja1	41	39	0.95	0.98	1244	1110
	Murt4.pohja2	41	40	0.93	0.95	1329	1191
	Murt4.pohja3	42	40	0.91	0.93	1395	1255

Virtaamahydrograafin määrittely numeerisen patomurtumamallin ja virtausmallin avulla

Virtaamahydrograafin kokemukseräisen menetelmän avulla

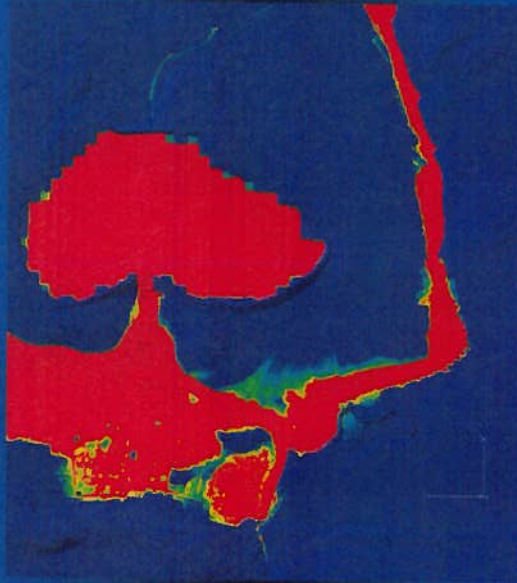
PR Vesisuunnittelu Oy, Helsinki

Peter Reiter / Silvola 2011

Patomurtuma-analyysin virtausmallina käytettiin samaa 2D kuivan alueen laskentaan soveltuvaa mallia, jonka laskentaverkko perustuu 2m korkeusmallin ruudukkoon (gridiin). Mallille kehitettiin oma murtumaeroosiota simuloiva osamalli. Laskentatuloksina saatujen virtaamahydrograafien huippuvirtaamat ja Froehlichin tuottamat virtaamat olivat samaa suuruusluokkaa.

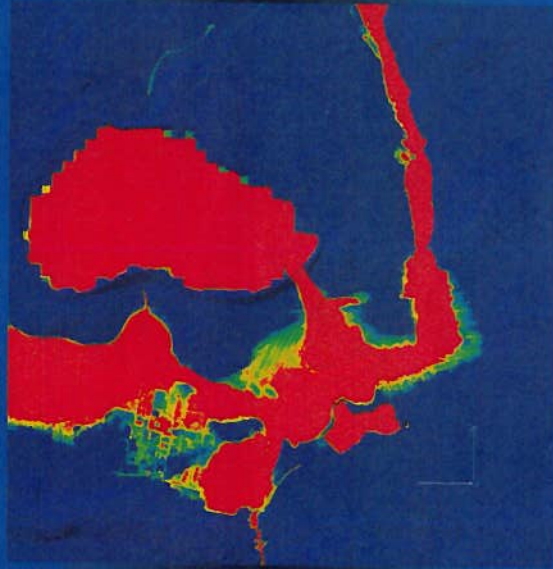
Neljän patomurtuman purkautuminen padon alavirranpuolisille neljälle vahinkoalueelle, osoittaa jo murtumien ominaisuudet. Tässä oli eduksi käyttää jo patomurtuma-analyysissä laajaa aluetta 2D-virtausmallista, joten lähialueen tulviminen tuli selkeästi esille.

22. SILVOLAN PATOJEN MURTUMASIMULOINTI
2D MALLIN AVULLA



Murtumapaikka 1:
Länsisuunta,
Pato I, a

23. SILVOLAN PATOJEN MURTUMASIMULOINTI
2D MALLIN AVULLA



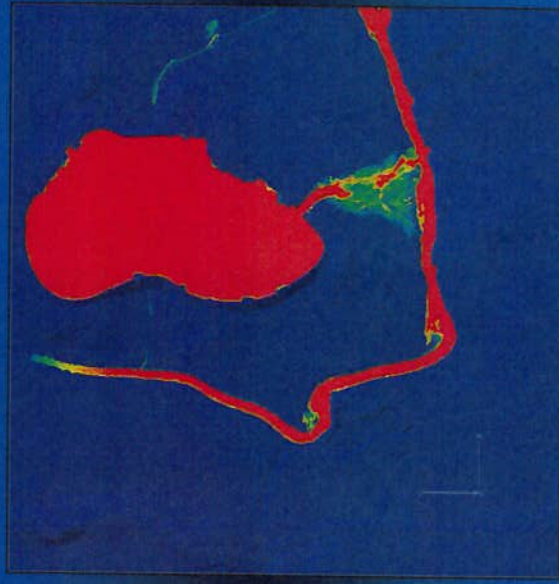
Murtumapaikka 2:
Länsisuunta,
Pato I, b

25. SILVOLAN PATOJEN MURTUMASIMULOINTI
2D MALLIN AVULLA



Murtumapaikka 4:
Idänsuunta,
Pato II

24. SILVOLAN PATOJEN MURTUMASIMULOINTI
2D MALLIN AVULLA



Murtumapaikka 3:
Etelänsuunta,
Pato I, c

**Patomurtumatulvan eteneminen padon alapuolisella alueella
LASKENTATAPAUKSET:**

**PATOMURTUMA-ANALYYSIN JA ALUSTAVIEN TULVALASKENTOJEN
POHJALTA SOVITTIIN PATOTURVALLISUUSVIRANOMAISTEN KANSSA
SEURAAVISTA LASKENTATAPAUKSISTA :**

ALUE 1: 7 laskentatapaukset kahdella Silvolan altaan vedenpinnalla, Vantaanjoella keskivirtaamatilantessa ja murtumaskenaariolla.

ALUE 1+2: Murtumatapaus 1 ja murtumatapaus 4 lasketaan Silvolan altaan ollessa tulvakorkeudessa ja Vantaalla keskivirtaamatilanne merelle asti. *MQ: murtuma of lta 2*

Murtumatapaus 1 lasketaan padolta merelle asti, Silvolan altaan ollessa tulvakorkeudessa ja Vantaalla oletettu HQ 50 tulvavirtaama. *HQ50: murtu 1*

**Taustatilanteen. A1+2-MURT1-4286-HQ50 yhteydessä
Simuloidaan 5 eri sillan tukkoon menoa uivalla aineksella**

Siltatukos 1 Silvolan silta

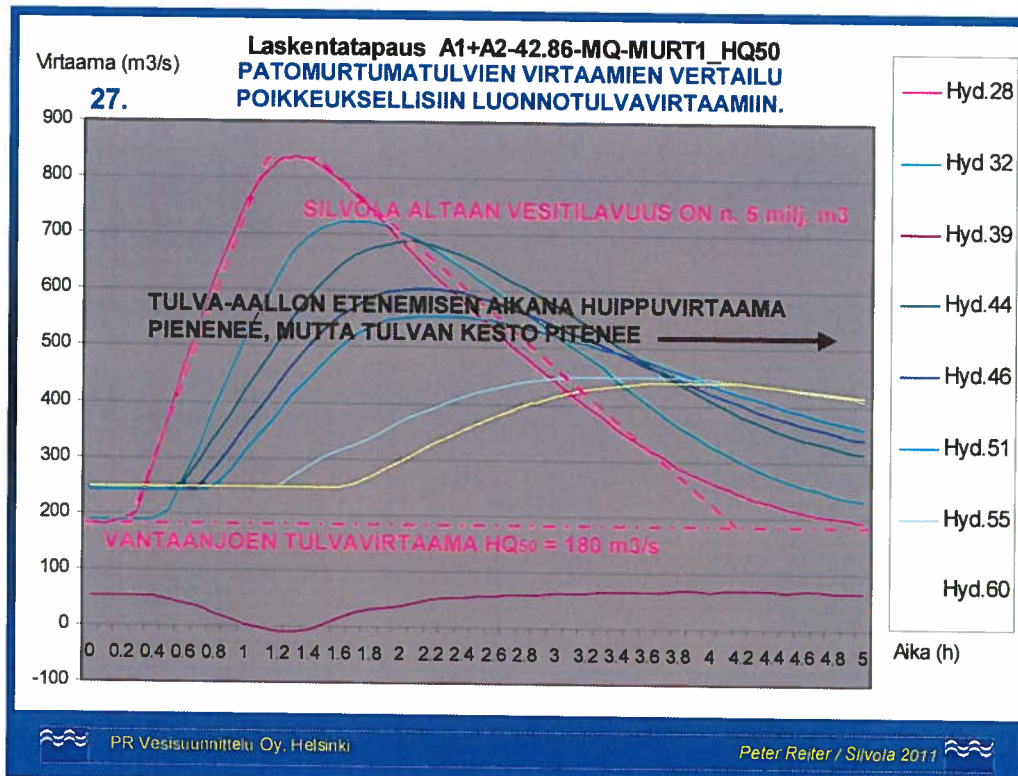
Siltatukos 2 Tuusulan väylän moottoritiesilta

Siltatukos 3 Kehä 1:n KL-silta

Siltatukos 4 Pukinmäen RT-silta

Siltatukos 5 Oulunkylän-Herttoniemen ratasilta + KL silta

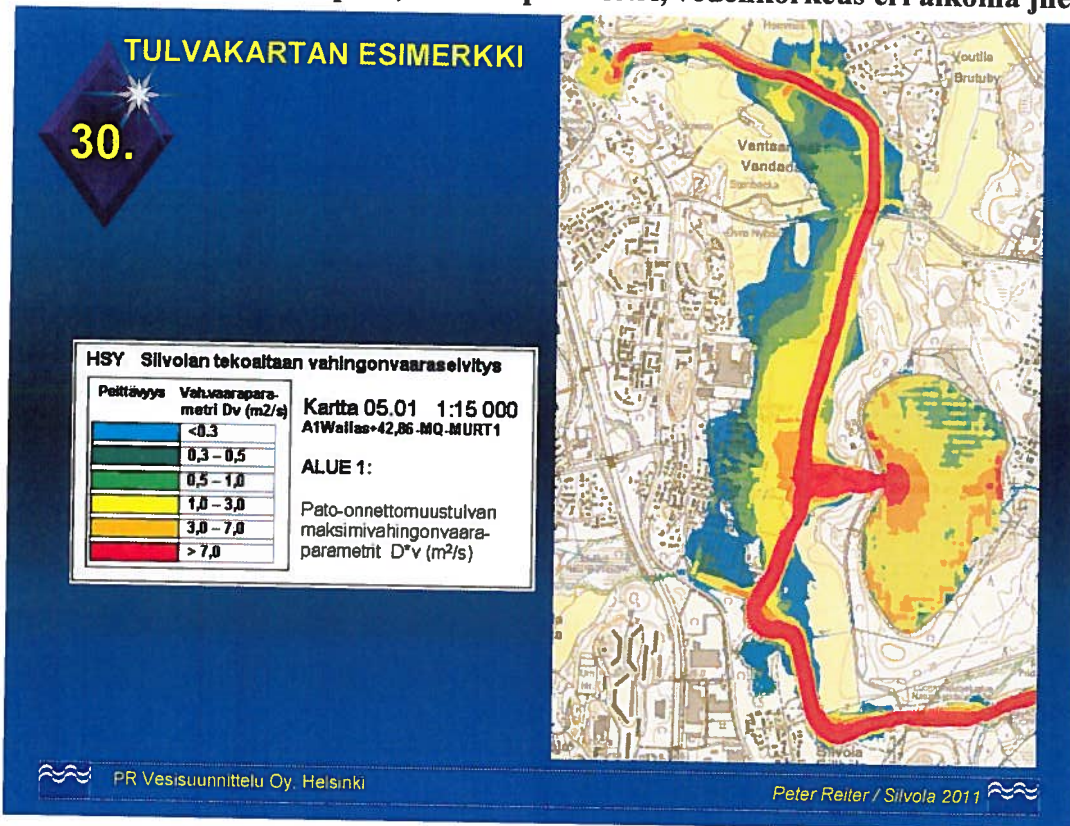
2D laskentatulokset järjestettiin taulukkomuotoisena 72 kohteessa eri parametrien hydrograafimuotoisena 0.1 h aikavälein laskennan keston ajaksi (n. 6 h.), 410 vahinkokohteen osalta 10 parametrin maksimiarvoa vahinkomäärittelyä varten ja laajana x-y-parametri aineistona 1 minuutin aikavälein koko laskentalueelta tulvakartoitusta varten. **Hydrograafitulokset palvelevat tulva-aallon etenemisen tulkintaa ja eri laskentatapausten välisiä vertailuja.** Hydrograafit ovat samaan tulostuspaikkaan sidottuja laskentaparametrin muutoksia ajan funktiona. Tunnetuimmat hydrograafit ovat virtaama- ja vedenpintahydrograafit.



Vahingonvaarojen määrittelyä varten käytetään laskentatulosten maksimiarvoja ja yli 400 paikasta, joihin on lisätty n. 360 sähkönjakelukohdetta. Sillat ja tiet käsitellään yksityiskohtaisesti, asuin ym. rakennustiedot on poimittu rekisteristä, kuten myös väestötiedot.

Tulostustaulukoiden hyvällä etukäteissuunnittelulla on suuri merkitys! Vahingonvaarat määritellään ensiksi potentiaaleina, mikä on absoluuttinen yläraja. Jokaisella tulvalla on sitten paljon alhaisempi vahingonarvo! Vahingonvaarojen määrittelyssä käytetään digitaalisia tarkkoja tulvakarttoja.

KARTTA-AINESTONA KÄYTETTIIN XYZ KOORDINAATISTOA, JOSSA X JA Y OVAT YJK-KARTTAKOORDINAATTEJA JA Z ON ESITTÄVÄ SUURE, KUTEN vedensyvyys, virtausnopeus, vahinkoparametri, vedenkorkeus eri aikoina jne.



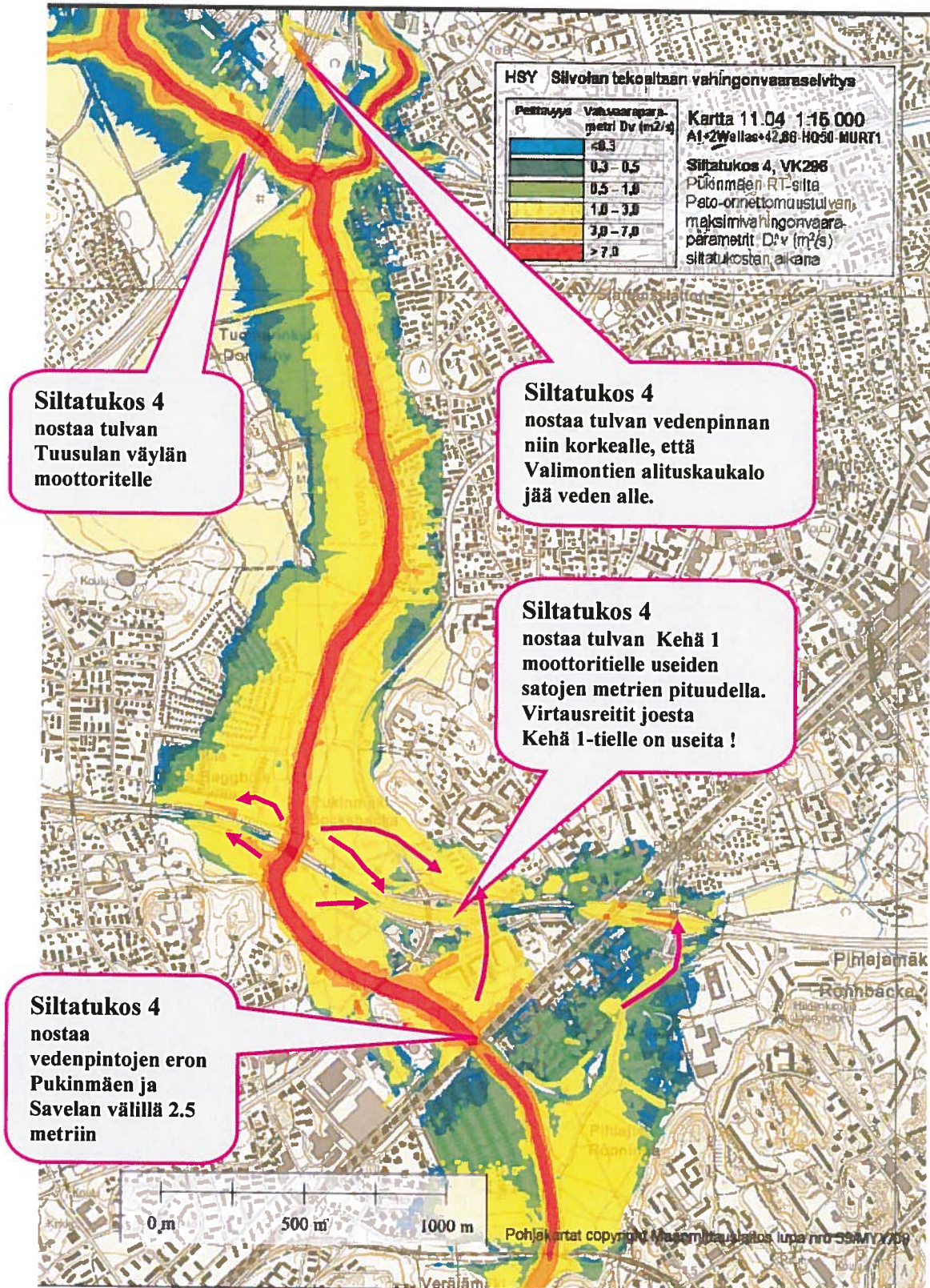
Yleistä vahingonvaaran ymmärtämistä palvelee, se että esitetään patomurtumatulvien huippuvirtaamat eri paikoissa suhteessa siellä esiintyviin luonnontulviin. Silvolan altaan patomurtuman virtaamien mittavuus kuvaa sitä, että mittana on jouduttu käyttämään Vantaanjoen tulvaa, jolla on tuhannen vuoden toistuvuus!

PATOMURTUMATULVIEN VIRTAAMIEN VERTAILU POIKKEUKSELLISIIN LUONNONTULVAVIRTAAMIIN.

VIRTAAMIEN VERTAILUPAIKKA		LUONNONTULVAT HQ m³/s		PATOMURTUMATULVAT Q _{MURT} m³/s			VERTAILU
HYD.No:	PAIKAN NIMI	HQ 1/100	HQ 1/1000	MURT 1-MQ	MURT 4-MQ	MURT 1-HQ50	Q _{MURT} / HQ _{1/1000}
HYD 03	Murtuma 1 (pato 1)	198	259	1820		1820	n. 7 x HQ _{1/1000}
HYD 15	Murtuma 2 (pato 2)	198	259		1380		n. 5 x HQ _{1/1000}
HYD 28	Ruutinkoski	198	259	743	1085	838	n. 3-4 x HQ _{1/1000}
HYD 32	Tuusulan väyjän si.	211	275	643	774	723	n. 2-3 x HQ _{1/1000}
HYD 44	Keravanj. tulon jälk.	269	351	577	602	727	n. 1.6-2 x HQ _{1/1000}
HYD 46	Kehä I:n VJ silta	269	351	516	531	604	n. 1.5-1.7 x HQ _{1/1000}
HYD 51	Pukinmäen RT-silta	269	351	484	494	554	n. 1.2-1.6 x HQ _{1/1000}
HYD 55	Oul-Hertt RT-silta	274	357	362	328	450	n. 1-1.5 x HQ _{1/1000}
HYD 60	VK-koskihaaran yläp	274	357	345	306	440	n. 1-1.3 x HQ _{1/1000}
HYD 63	VK-Länt.kosken pato	140	190	185	160	230	n. 1 x HQ _{1/1000}

Tarkkoja tulvakarttoja voi käyttää vahingonvaarojen paikallistamiseen. Sen jälkeen voi hakea laskentatuloksista numeerista tietoa vahinkojen suuruudesta.

Alla olevan kartan kuva näyttää vahinkoparametrikarttaa siltatukoksesta 4 (Pukinmäen rautatiesilta). Tukoksen nostama vedenpinta ja vahingonvaara ei rajoitu Pukinmäkeen Kehä 1:n mittavaan tulvimiseen tai rautatiepenkereeseen kohdistuvaan 2.5 m vesipaineeseen. vaan vaikuttaa myös Tuusulan Väylän alueeseen, jossa vesi nousee moottoritiele sillasta etelään ja vesi virtaa Valimontien moottoritien alituskaukalo!



IHMISILLE JA ASUINRAKENNUKSILLE KOHDISTUVAT VAHINGONVAARAT ON KÄSITELTY YHDESSÄ!

Ihmisille on huomattavasti suurempi vahingonvaara, jos he kohtaavat tulvan ulkona kuin asuinrakennuksen sisällä suojassa. Ulkona on ihminen haavoittuvainen jo silloin, kun vahinkoparametri vD nousee yli 0.5 ja huomattavassa vaarassa kun vesi nousee yli $vD = 1 \text{ m}^2/\text{s}$. Kevyesti rakennetussa talossa alkaa sen sortumavaara vasta kun vD nousee yli 3 ja vankasti rakennetussa talossa yli 5.

Silvolan pato-onnettomuudessa on suurin vahingonvaaran aiheuttaja MURTUMA 4, josta vesi purkautuu suoraan ylästön asuinalueelle ja virtaustielle jäävät n.40 asuinrakennusta huomattavan sortumavaaran alle. Myös niiden talojen n.107 asukasta ovat suuressa vaarassa.

Silvolan projektialue on jaettu 9 vahinkoalueeseen, joista muutama on kerrostalo valtaisia. On selvää, ettei tulvavaarojen nousu vaikuta kerrostaloon samalla tavalla kuin kevytrakenteiselle yksikerrokselliselle omakotitalolle.


Analyysissä on ihmisillä kolme vaaraluokkaa:

Ulkona:	ei vaara – $vD=0$	lievä – $vD = 0.5$	mittava – $vD = 1.0$
Talossa suojassa:	ei vaara – $vD=0$	lievä – $vD < 3.0$	mittava – $vD > 3.0$

On arvioitu kokonaispotentiaalit alueen rakennuskannan ja asukkaiden osalta yksilöllisissä laskentatapauskohtaisissa vahingonvaaraselvityksissä muuttuvat potentiaalissa olevat ihmiset ja rakennukset!

muutunnäkö 1 (läntinen pato)

POTENTIAALI ON SEURAAVA:



35.

PATO-ONNETTOMUUDEN VAHINGONVAARAT

Silvolan allas sijaitsee pääkaupunkiseudulla . Vaikka tulvan etenemisreitiltä löytyy peltomaisemia ja "aarniometsiä", löytyy myös tiiviisti rakennettuja lähiöitä tulvan tieltä. Matka altaalta merelle on noin 16 km ja pääasialliset asuinalueet ja niissä tulvan peittävässä kohteissa ja asuintaloissa asuvia (nimitetään selvityksessä VAHINKOALUEIKSI) ihmisiä on:

Vahinkoalue	Ihmiset, Ikm	Asuin- ja muut rakennukset			yhteensä
No. nimi	rekisterin mukaan	Asuinrak.	Talousrak.	muut	
VA1 VANTAANLAAKSO	34	15	12	2	29
VA2 VIHHERKUMPPU	556	102	177	5	284
VA3 YLÄSTÖ	993	238	126	3	367
ALUE 1 PADON LÄHIALUE	1592	355	315	10	680
VA4 TAMMISTO	2518	153	80	0	233
VA5 SILTAMÄKI	127	39	17	2	58
VA6 TAPANINVAINIO	618	155	55	3	213
VA7 PUKINMÄKI	1489	53	470	21	544
VA8 SAVELA	3090	109	261	8	378
VA9 VANHANKAUP.KO,	87	5	1	12	18
ALUE 2 LAALA TULVA-ALUE	7929	514	884	46	1444
ALUE1+2 SILVOLA-MERI	9521	869	1199	56	2124

Vahingot asuinrakennuksille ja muille rakennuksille tulevat olemaan tulvan vakavuudesta riippuen noin 30 – 50 miljoonaa euroa.

PR Vesisuunnittelu Oy, Helsinki
Peter Reiter / Silvola 2011

VAHINKOPOTENTIAALI ON SUURI

Noin 9500 ihmistä, joista noin 40 – 50 % jää tulvan ulkopuolelle tai tulvan saarroksien kuivalla maalla. Siltatukoksia ei voida olettaa tapahtuvan sarjassa, vaan korkeintaan yksi tai kaksi. Siltatukoksen vaikutuksesta tulee ”ei vaara” luokka pienenemään ja muut luokat vastaavasti kasvamaan.

Potentiaali 9500 ihmistä:

Ulkona:	ei vaaraa – vD=0	lievä – vD = 0.5	mittava – vD = 1.0
Ihmiset vaarassa	4000-6000	1500-1600	1700-2700
Talossa suojassa:	ei vaaraa – vD=0	lievä – vD < 3.0	mittava – vD > 3.0
Ihmiset vaarassa	7000-8500	100-1400	0-110 (Ylästö)

ASUIN- JA MUUT RAKENNUKSET OVAT SUURIN RYHMÄ OMAISUUSVAHINKOJA SILMÄLLÄ PITÄEN

Asuinrakennusten ja muiden rakennusten osalta käytettiin neljää vahinkoryhmää:

Potentiaali yhteensä, kaikki rakennukset 2100 kpl

Ei vaaraa,	700 - 1200
vettyminen,	500 - 900
vauriot ja	70 - 140
sortuma	2 - 44

Rakennusten omaisuusvahinkoarvioon on otettu mukaan noin 40%:n asuinrakennuksien on kellarit, joille on annettu oma vahinkoarvo.

Asuinrakennusten omaisuusvahingot on määritelty nousevan

Minimi	30 milj. euroa
Keskiarvo	37 milj. euroa
Maksimi	45 milj. euroa
2 Siltatukosta huomioituna	70 milj. euroa

OMAISUUSVAHINGOT ON ARVIOITU SEURAAVAKSI:

Raportin kpl.	Vahinkoryhmän nimi	Omaisuusvahingot milj. euroa		
		MINIMI	MAKSIMI	Sisältäen väli-laskenn.arvio
1	Asuinrakennukset ja muut rakennukset	28.2	44.0	70
2	Siltavahingot	9.6	13.9	30
3	Tie- ja rautatievahingot	1.6	7.0	20
4	Sähkövahingot	0.3	1.2	7
5	Kunnallistekn. vahingot	0,1	0.2	10
6	Kriisinhoito			13
	Yhteensä Omaisuusvahingot	39.7	66.3	150

8 SILVOLAN TEKOJÄRVEN PATOJEN LUOKAN TARKISTUS VAHINGONVAARASELVITYKSEN POHJALTA

8.1 Vahingonvaarojen tarkistus

Vahingonvaarat on tarkistettu monella eri tavalla. Excel taulukkolaskentaan pohjustuvien vahinkokohdelistojen lisäksi on käytetty tarkat digitaaliset tulvakartat vahinkokohteiden identifiointiin. Ihmisille kohdistuvat vahingonvaarat on määritelty kahdella eri tavalla.

- ulkona tulvassa
- asuinrakennusten sisällä suojassa.

Molemmat laskentatavat osoittavat, että ihmishengen menetyksen riski on olemassa.

Tämä on 1 luokan padon ensimmäinen perusta.

Silvolan pato-onnettomuus aiheuttaisi infrastruktuurille ja koko pääkaupunkiseudulle pitkäksi aikaa vaikeuksia selviytyä, mahdollisten liikenoitovaikeuksien takia rautatiellä, Kehä 1 moottoritillä ja Tuusulan väylän moottoritillä.

Omaisuuksivahingot ovat mittavia ilman liikennejärjestelykustannuksiakin.

Tämä on 1 luokan padon toinen perusta.

Vantaanjoen lähistöllä olevat suojelualueet tulevat kärsimään mittavia vahinkoja, kuten koko jokilaakso. Mittavien ympäristövahinkojen syntyminen on selvää.

Tämä on 1 luokan padon kolmas perusta.

8.2 Patoluokkaa koskeva lausunto

Edellä esitetyn mukaan aiheuttaisi Silvolan tekoaltaan pato-onnettomuus erittäin suuren vahingonvaaran.

Esitän, että nykyinen 1-patoluokitus pysyy voimassa!

Helsingissä, 30.6.2011



DI Peter Reiter, Asiantuntija, PR Vesisuunnittelu Oy