



Selvitys Kotijoen purkautumiskykyä heikentävistä tekijöistä (Kotijoen mittaus, HEC-RAS –mallinnus ja arviot toimenpiteistä)

1. Yleistä

Kiljanrannan kyläyhdistys ry on tilannut Maveplan Oy:ltä Kotijoen mittaukset ja HEC-RAS mallin laatimisen tulvavaarakartoitusta varten.

Hankealue kuuluu Kalajoen päävesistöalueeseen ja on Reisjärven kunnassa. Alapuolisen Kiljanjärven $F=69 \text{ km}^2$ ja $L=6,9 \%$ ja yläpuolisen Kangaspäänjärven $F=39 \text{ km}^2$ ja $L=7,8 \%$. Kotijoen valuma-alue Kiljanjärveen laskiessa on 62 km^2 ja $L=4,9 \%$. Kiljanjärven pinta-ala on $1,7 \text{ km}^2$ peruskartasta mitattuna.

Kyläyhdistys ja Pohjois-Pohjanmaan ely-keskuksen edustajat merkkasivat 23.9.2015 Kotiojan vedenkorkeuksia siltojen viereen. Kyseisen päivän lähialueen valuntatietojen perusteella ja keskustelujen Hannu Alatalo / Miikka Annunen päädyttiin virtaamaan $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ -

Työn koordinaatisto on Euref TM35FIN ja korkeusjärjestelmä N2000+ (ero $N60+38 \text{ cm} = N20000$). Työssä mallinnettiin MHQ:n lisäksi $HQ_{1/20}$, $HQ_{1/50}$, $HQ_{1/100}$.

Kaiteran mukaan lumen vesiarvo on 140 mm . jolloin MHq on $76 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ Kangaspäänjärven luusuassa ja Kotijoen suulla $92 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Tällöin on MHQ Kotijoen suussa $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ja Kangaspäänjärven luusuassa $3 \text{ m}^3/\text{s}$ ja $HQ_{1/20}$ $9,1$ ja $4,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Kuusiston mukaan vastaavat valumat ovat 70 ja $85 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, jolloin MHQ:t ovat $5,3$ ja $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ja $HQ_{1/20}$:t $8,5$ ja $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mm. Kiljanjärveä koskevassa ympäristölupaviraston 7.1.2005 antamassa päätöksessä on aikavälillä 1976–2000 Kiljanjärven vedenkorkeuksien ja virtaamien tunnusluvut ovat olleet seuraavat:

HW=	N60 + 115,38 m	HQ = 8,10 m ³ /s
MHW=	N60 + 114,72 m	MHQ = 4,16 m ³ /s
MW=	N60 + 114,10 m	MQ = 0,56 m ³ /s
MW _{kasvukausi} =	N60 + 114,47 m	
MNW=	N60 + 112,72 m	MNQ = 0 m ³ /s
NW=	N60 + 112,33 m	NQ = 0 m ³ /s

2. Lähtötiedot

Malli luotiin tm35FIN –koordinaatistoon. Kotijoen poikkileikkaukset (noin 50 kpl) mitattiin marraskuussa 2015 Maveplan Oy:n toimesta. Poikkileikkauksia täydennettiin MML:n KM2 -korkeusmallin avulla. Mittauksissa kartoitettiin myös silta-aukot ja mallin kalibrointia varten maastoon merkityt tulvakorkeudet.

Työssä käytettiin maastomallin ja poikkileikkausten teossa AutoCAD Civil 3D 2015 -ohjelmistoa. Virtausmallinnus tehtiin HEC-RAS 4.1.0 -ohjelmistolla. Poikkileikkaustiedot vietiin ohjelmaan georeferoituna. HEC-RASiin luotiin sillat siltamittausten avulla.

Virtaamalisäykset malliin tehtiin valuma-alueiden suhteessa Haarapuron ($F = 13 \text{ km}^2$) laskukohtan perusteella seuraan taulukon mukaisesti.

Taulukko 1. Mallinnetut virtaamat

	PL	F	kalib. 1,4m ³ /s	MHQ	HQ1/20	HQ1/50	HQ1/100
Kangaspäänjärvi	780+35	39	1.3	2,7	4,4	4,9	5,2
Haarapuron yp	88+00	43	1.5	3	4,4	5,5	5,7
Haarapuron ap	84+00	56	1.9	5,1	8,2	9,2	9,7
Kiljanjärveen lasku	0+00	62	2.1	5,7	9,1	10,2	10,8

3. Virtausmalli

Malli on kalibroitu 23.9.2015 havaittujen vedenpinnan korkeuksien perusteella sekä saman päivän Kiljanjärven menovirtaaman ja varastotilan muutoksen avulla. Laskettu tulovirtaama oli Kiljanjärveen 2,04 m³/s. Uoman huonosta vedenjohtavuudesta kertoo myös se, että Manningin kertoimina käytettiin uomassa 0,07 ja tulvatasanteilla 0,09. Peratun uoma-osan Manningin kerroin oli 0,05

4. Tulvavaarakartat

Tulvavaarakartat on laatinut Miikka Annunen Pohjois-Pohjanmaan ely-keskuksessa. Keskimääräisen tulvan alle jää 26 ha peltoa ja keskimäärin kerran 20 vuodessa esiintyvän tulvan alle 50 ha.

5. Ruoppausmahdollisuudet

Ruoppaustarkastelussa tavoitteeksi otettiin keskimäärin kerran 20 vuodessa esiintyvän tulvan poistaminen koko Kotijoen matkalta. Liitteenä 2 olevassa Kotijoen pituusleikkauksessa on esitetty nykyisen ja peratun uoman pohjan tason lisäksi myös vanhan perkaussuunnitelma mukainen tasausviiva.

Nykyinen uoman pohja on paikoin lähes metrin vanhan tasausviivan alapuolella lukuun ottamatta siltojen kohtia. Uusi tasausviiva asetui kokeilujen jälkeen vanhan tasausviivan ja nykyinen väliin ja samalla uoma levennettiin ja luiskia loivennettiin. Tällöin uoman pohja jää entiselleen, jolloin mm. koko uoman pohjaeläimistö ei tuhoudu. Laskennassa perkaus tehtiin keskeisesti uoman suhteen ja noudattaen likimäärin samoja pojan kaltevuuksia kuin vanhassa suunnitelmassa. Silta-aukkoja ei laskennassa perattu, koska silta-aukkojen rakenteita ei tiedetty.

Perkaus alkaa Kiljanrannantien sillasta (pl 204) ylöspäin 7 m:n pohjan leveydellä Saarisentien sillalle (pl 1915), josta eteenpäin pohjan leveys on 6 m Sievintien sillalle (pl 3041). Siitä eteenpäin pl:n 3494 tilustien siltaan saakka pohjan leveys on 5 m, mistä eteenpäin pl:n 4730 tilustiesillalle pohjan leveys on 3 m.

Perkausmassat on laskettu Hec-Ras -ohjelman avulla, johon lisättiin 10 %. Perkausmassat ovat 30 000 m³ktr eli keskimäärin 6,6 m³/jm. Jos kustannuksia arvioidaan suurten valtaojahankkeiden kustannustietojen perusteella 27 ...30 e/jm niin kustannukset ovat 122 000...136 000 e +alv.

6. Rantaerosion hallinta

Alaosan rantaerosiota pyritään hillitsemään loiventamalla jokiluiskat kaltevuuteen 1:2. Lisäksi siltojen ala- ja yläpuolelta supistus/laajennuskohdat voidaan verhota karkealla soralla ainakin niiden siltojen kohdalla, joissa mallin mukainen virtausnopeus on keskimääräisellä tulvalla yli 0,5 m/s. Laskelmissa py-

rittiin siihen, että virtausnopeus MHQ-virtaamalla pysyy alle 0,4 m/s ja HQ_{1/20}-virtaamalla alle 0,5 m/s. Lähes kaikkien siltojen kohdalla arvot hieman ylittyvät. Lisäksi plv 1915-2870 virtausnopeudet ovat hieman em. nopeuksia suuremmat.

Paras keino Kotijoen alaosan rantaerosion hillitsemiseen on pohjapadon rakentaminen Kiljanjärven ja Kiljanrannantien väliselle osuudelle. Pohjapadolla estetään joen alaosan vesipinnan lasku Kiljanjärven kevätalennuksen aikana. Pohjapadon harjan tason tulee olla mahdollisimman korkea kuitenkin siten, ettei joen alaosan rantapeltojen kasvukauden kuivatus huonone nykyisestä. Pohjapato tulee rakentaa ennen joen perkausta, jolloin pohjapadon yläpuoleinen allas toimii laskeutusaltaana.

7. Kannattavuudesta

Kustannukset ovat 122 000...136 000 euroa+alv. Veden alle jäävä alue HQ_{1/20}-tulvalla on noin 50 ha ja MHQ-tulvalla 26 ha. Tulvasuojelun hyötyalue on MHW+0,3...0,5 m ja HW_{1/20} +0,1 m. Tällöin hyötyalue on arviolta 60 ha. Tällöin hyöty hehtaaria kohti tulisi olla yli 2000 euroa. Pellon hehtaarihinta (ala 5-10 ha) arvo on Maanmittauslaitoksen vuoden 2014 kauppahintatilasto maakunnittain (keskiarvo): Keski-Pohjanmaa ja Pohjois-Pohjanmaa noin 6900...7000 e/ha. Pelkkä tulvasuojeluhyöty ei kata kustannuksia, vaan lisäksi tarvitaan kuivatushyötyä.

Hankkeesta aiheutuu myös vähäistä tulvasuojeluhyötyä Kangaspäänjärven ja Vähävedenpuron rantojen pelloille. Kotijoen Hec-Ras –mallin mukaan liitteen 2 mukaisella perkauksella Lehtorannantien rummun yläpuolella MHW ja HW_{1/20} laskevat 5...6 cm. Jos perkausta jatketaan 260 m ylävirtaan, em. tulvien lasku on 9...10 cm. Maastomallin korkeuskäyrityksen mukaan Lehtorannantien rummun yläpuolisella HW_{1/20} –tasolla tulvesi peittää noin 7 ha peltoa Kangaspäänjärven ja Vähävedenpuron rannoilla. Tulvasuojeluhyöty ei kata em. lisäperkauksen kustannuksia.

8. Jatko

Pohjapato on tärkeä perkauksen haittojen vähentäjänä ja joen alaosan vedenkorkeusvaihtelun tasaajana, jolloin joen rannoissa kiinniolevien jäiden taittumisesta johtuva eroosio vähenee merkittävästi.

Mahdollisessa varsinaisessa suunnittelussa pyritään perkausmassoja vielä pienentämään ja virtausnopeutta laskemaan. Lisäksi tulee tarkastella silta-aukkojen perkausmahdollisuudet.

Hankkeen hyödyissä voidaan tarkentaa yläpuolisen Kangaspäänjärven sen yläpuoleisen Vähävedenpuron rantojen tulvasuojeluhyötyjä

Oulussa 4.4.2016

Maveplan Oy
Kiilakiventie 1
90250 Oulu



Hannu Alatalo
dipl.ins
040-5161504

LIITTEET:

1. Hec-Ras mallin kartta
2. Kotijoen pituusleikkaus
- 3.1 Kotijoen tulvavaarakartta MHQ-virtaamalla
- 3.2 Kotijoen tulvavaarakartta $HQ_{1/20}$ -virtaamalla



Selvitys Kotijoen purkautumiskykyä heikentävistä tekijöistä (Kotijoen mittaus, HEC-RAS –mallinnus ja arviot toimenpiteistä)

1. Yleistä

Kiljanrannan kyläyhdistys ry on tilannut Maveplan Oy:ltä Kotijoen mittaukset ja HEC-RAS mallin laatimisen tulvavaarakartoitusta varten.

Hankealue kuuluu Kalajoen päävesistöalueeseen ja on Reisjärven kunnassa. Alapuolisen Kiljanjärven $F=69 \text{ km}^2$ ja $L=6,9 \%$ ja yläpuolisen Kangaspäänjärven $F=39 \text{ km}^2$ ja $L=7,8 \%$. Kotijoen valuma-alue Kiljanjärveen laskiessa on 62 km^2 ja $L=4,9 \%$. Kiljanjärven pinta-ala on $1,7 \text{ km}^2$ peruskartasta mitattuna.

Kyläyhdistys ja Pohjois-Pohjanmaan ely-keskuksen edustajat merkkasivat 23.9.2015 Kotiojan vedenkorkeuksia siltojen viereen. Kyseisen päivän lähialueen valuntatietojen perusteella ja keskustelujen Hannu Alatalo / Miikka Annunen päädyttiin virtaamaan $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ -

Työn koordinaatisto on Euref TM35FIN ja korkeusjärjestelmä N2000+ (ero $N60+38 \text{ cm} = N20000$). Työssä mallinnettiin MHQ:n lisäksi $HQ_{1/20}$, $HQ_{1/50}$, $HQ_{1/100}$.

Kaiteran mukaan lumen vesiarvo on 140 mm . jolloin MHQ on $76 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ Kangaspäänjärven luusuassa ja Kotijoen suulla $92 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Tällöin on MHQ Kotijoen suussa $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ja Kangaspäänjärven luusuassa $3 \text{ m}^3/\text{s}$ ja $HQ_{1/20}$ $9,1$ ja $4,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Kuusiston mukaan vastaavat valumat ovat 70 ja $85 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, jolloin MHQ:t ovat $5,3$ ja $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ja $HQ_{1/20}$:t $8,5$ ja $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mm. Kiljanjärveä koskevassa ympäristölupaviraston 7.1.2005 antamassa päätöksessä on aikavälillä 1976–2000 Kiljanjärven vedenkorkeuksien ja virtaamien tunnusluvut ovat olleet seuraavat:

HW=	N60 + 115,38 m	HQ = 8,10 m ³ /s
MHW=	N60 + 114,72 m	MHQ = 4,16 m ³ /s
MW=	N60 + 114,10 m	MQ = 0,56 m ³ /s
MW _{kasvukausi} =	N60 + 114,47 m	
MNW=	N60 + 112,72 m	MNQ = 0 m ³ /s
NW=	N60 + 112,33 m	NQ = 0 m ³ /s

2. Lähtötiedot

Malli luotiin tm35FIN –koordinaatistoon. Kotijoen poikkileikkaukset (noin 50 kpl) mitattiin marraskuussa 2015 Maveplan Oy:n toimesta. Poikkileikkauksia täydennettiin MML:n KM2 -korkeusmallin avulla. Mittauksissa kartoitettiin myös silta-aukot ja mallin kalibrointia varten maastoon merkityt tulvakorkeudet.

Työssä käytettiin maastomallin ja poikkileikkausten teossa AutoCAD Civil 3D 2015 -ohjelmistoa. Virtausmallinnus tehtiin HEC-RAS 4.1.0 -ohjelmistolla. Poikkileikkaustiedot vietiin ohjelmaan georeferoituna. HEC-RASiin luotiin sillat siltamittausten avulla.

Virtaamalisäykset malliin tehtiin valuma-alueiden suhteessa Haarapuron ($F = 13 \text{ km}^2$) laskukohdan perusteella seuraan taulukon mukaisesti.

Taulukko 1. Mallinnetut virtaamat

	PL	F	kalib. 1,4m ³ /s	MHQ	HQ1/20	HQ1/50	HQ1/100
Kangaspäänjärvi	780+35	39	1.3	2,7	4,4	4,9	5,2
Haarapuron yp	88+00	43	1.5	3	4,4	5,5	5,7
Haarapuron ap	84+00	56	1.9	5,1	8,2	9,2	9,7
Kiljanjärveen lasku	0+00	62	2.1	5,7	9,1	10,2	10,8

3. Virtausmalli

Malli on kalibroitu 23.9.2015 havaittujen vedenpinnan korkeuksien perusteella sekä saman päivän Kiljanjärven menovirtaaman ja varastotilan muutoksen avulla. Laskettu tulovirtaama oli Kiljanjärveen 2,04 m³/s. Uoman huonosta vedenjohtavuudesta kertoo myös se, että Manningin kertoimina käytettiin uomassa 0,07 ja tulvatasanteilla 0,09. Peratun uoma-osan Manningin kerroin oli 0,05

4. Tulvavaarakartat

Tulvavaarakartat on laatinut Miikka Annunen Pohjois-Pohjanmaan ely-keskuksessa. Keskimääräisen tulvan alle jää 26 ha peltoa ja keskimäärin kerran 20 vuodessa esiintyvän tulvan alle 50 ha.

5. Ruoppausmahdollisuudet

Ruoppaustarkastelussa tavoitteeksi otettiin keskimäärin kerran 20 vuodessa esiintyvän tulvan poistaminen koko Kotijoen matkalta. Liitteenä 2 olevassa Kotijoen pituusleikkauksessa on esitetty nykyisen ja peratun uoman pohjan tason lisäksi myös vanhan perkaussuunnitelma mukainen tasausviiva.

Nykyinen uoman pohja on paikoin lähes metrin vanhan tasausviivan alapuolella lukuun ottamatta siltojen kohtia. Uusi tasausviiva asetui kokeilujen jälkeen vanhan tasausviivan ja nykyinen väliin ja samalla uoma levennettiin ja luiskia loivennettiin. Tällöin uoman pohja jää entiselleen, jolloin mm. koko uoman pohjaeläimistö ei tuhoudu. Laskennassa perkaus tehtiin keskeisesti uoman suhteen ja noudattaen likimäärin samoja pojan kaltevuuksia kuin vanhassa suunnitelmassa. Silta-aukkoja ei laskennassa perattu, koska silta-aukkojen rakenteita ei tiedetty.

Perkaus alkaa Kiljanrannantien sillasta (pl 204) ylöspäin 7 m:n pohjan leveydellä Saarisentien sillalle (pl 1915), josta eteenpäin pohjan leveys on 6 m Sievintien sillalle (pl 3041). Siitä eteenpäin pl:n 3494 tilustien siltaan saakka pohjan leveys on 5 m, mistä eteenpäin pl:n 4730 tilustiesillalle pohjan leveys on 3 m.

Perkausmassat on laskettu Hec-Ras -ohjelman avulla, johon lisättiin 10 %. Perkausmassat ovat 30 000 m³ktr eli keskimäärin 6,6 m³/jm. Jos kustannuksia arvioidaan suurten valtaojahankkeiden kustannustietojen perusteella 27 ...30 e/jm niin kustannukset ovat 122 000...136 000 e +alv.

6. Rantaerosion hallinta

Alaosan rantaerosiota pyritään hillitsemään loiventamalla jokiluiskat kaltevuuteen 1:2. Lisäksi siltojen ala- ja yläpuolelta supistus/laajennuskohdat voidaan verhota karkealla soralla ainakin niiden siltojen kohdalla, joissa mallin mukainen virtausnopeus on keskimääräisellä tulvalla yli 0,5 m/s. Laskelmissa py-

rittiin siihen, että virtausnopeus MHQ-virtaamalla pysyy alle 0,4 m/s ja HQ_{1/20}-virtaamalla alle 0,5 m/s. Lähes kaikkien siltojen kohdalla arvot hieman ylittyvät. Lisäksi plv 1915-2870 virtausnopeudet ovat hieman em. nopeuksia suuremmat.

Paras keino Kotijoen alaosan rantaerosion hillitsemiseen on pohjapadon rakentaminen Kiljanjärven ja Kiljanrannantien väliselle osuudelle. Pohjapadolla estetään joen alaosan vesipinnan lasku Kiljanjärven kevätalennuksen aikana. Pohjapadon harjan tason tulee olla mahdollisimman korkea kuitenkin siten, ettei joen alaosan rantapeltojen kasvukauden kuivatus huonone nykyisestä. Pohjapato tulee rakentaa ennen joen perkausta, jolloin pohjapadon yläpuoleinen allas toimii laskeutusaltaana.

7. Kannattavuudesta

Kustannukset ovat 122 000...136 000 euroa+alv. Veden alle jäävä alue HQ_{1/20}-tulvalla on noin 50 ha ja MHQ-tulvalla 26 ha. Tulvasuojelun hyötyalue on MHW+0,3...0,5 m ja HW_{1/20} +0,1 m. Tällöin hyötyalue on arviolta 60 ha. Tällöin hyöty hehtaaria kohti tulisi olla yli 2000 euroa. Pellon hehtaarihinta (ala 5-10 ha) arvo on Maanmittauslaitoksen vuoden 2014 kauppahintatilasto maakunnittain (keskiarvo): Keski-Pohjanmaa ja Pohjois-Pohjanmaa noin 6900...7000 e/ha. Pelkkä tulvasuojeluhyöty ei kata kustannuksia, vaan lisäksi tarvitaan kuivatushyötyä.

Hankkeesta aiheutuu myös vähäistä tulvasuojeluhyötyä Kangaspäänjärven ja Vähävedenpuron rantojen pelloille. Kotijoen Hec-Ras –mallin mukaan liitteen 2 mukaisella perkauksella Lehtorannantien rummun yläpuolella MHW ja HW_{1/20} laskevat 5...6 cm. Jos perkausta jatketaan 260 m ylävirtaan, em. tulvien lasku on 9...10 cm. Maastomallin korkeuskäyrityksen mukaan Lehtorannantien rummun yläpuolisella HW_{1/20} –tasolla tulvesi peittää noin 7 ha peltoa Kangaspäänjärven ja Vähävedenpuron rannoilla. Tulvasuojeluhyöty ei kata em. lisäperkauksen kustannuksia.

8. Jatko

Pohjapato on tärkeä perkauksen haittojen vähentäjänä ja joen alaosan vedenkorkeusvaihtelun tasaajana, jolloin joen rannoissa kiinniolevien jäiden taittumisesta johtuva eroosio vähenee merkittävästi.

Mahdollisessa varsinaisessa suunnittelussa pyritään perkausmassoja vielä pienentämään ja virtausnopeutta laskemaan. Lisäksi tulee tarkastella silta-aukkojen perkausmahdollisuudet.

Hankkeen hyödyissä voidaan tarkentaa yläpuolisen Kangaspäänjärven sen yläpuoleisen Vähävedenpuron rantojen tulvasuojeluhyötyjä

Oulussa 4.4.2016

Maveplan Oy
Kiilakiventie 1
90250 Oulu



Hannu Alatalo
dipl.ins
040-5161504

LIITTEET:

1. Hec-Ras mallin kartta
2. Kotijoen pituusleikkaus
- 3.1 Kotijoen tulvavaarakartta MHQ-virtaamalla
- 3.2 Kotijoen tulvavaarakartta $HQ_{1/20}$ -virtaamalla



Selvitys Kotijoen purkautumiskykyä heikentävistä tekijöistä (Kotijoen mittaus, HEC-RAS –mallinnus ja arviot toimenpiteistä)

1. Yleistä

Kiljanrannan kyläyhdistys ry on tilannut Maveplan Oy:ltä Kotijoen mittaukset ja HEC-RAS mallin laatimisen tulvavaarakartoitusta varten.

Hankealue kuuluu Kalajoen päävesistöalueeseen ja on Reisjärven kunnassa. Alapuolisen Kiljanjärven $F=69 \text{ km}^2$ ja $L=6,9 \%$ ja yläpuolisen Kangaspäänjärven $F=39 \text{ km}^2$ ja $L=7,8 \%$. Kotijoen valuma-alue Kiljanjärveen laskiessa on 62 km^2 ja $L=4,9 \%$. Kiljanjärven pinta-ala on $1,7 \text{ km}^2$ peruskartasta mitattuna.

Kyläyhdistys ja Pohjois-Pohjanmaan ely-keskuksen edustajat merkkasivat 23.9.2015 Kotiojan vedenkorkeuksia siltojen viereen. Kyseisen päivän lähialueen valuntatietojen perusteella ja keskustelujen Hannu Alatalo / Miikka Annunen päädyttiin virtaamaan $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ -

Työn koordinaatisto on Euref TM35FIN ja korkeusjärjestelmä N2000+ (ero $N60+38 \text{ cm} = N20000$). Työssä mallinnettiin MHQ:n lisäksi $HQ_{1/20}$, $HQ_{1/50}$, $HQ_{1/100}$.

Kaiteran mukaan lumen vesiarvo on 140 mm . jolloin MHQ on $76 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ Kangaspäänjärven luusuassa ja Kotijoen suulla $92 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Tällöin on MHQ Kotijoen suussa $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ja Kangaspäänjärven luusuassa $3 \text{ m}^3/\text{s}$ ja $HQ_{1/20}$ $9,1$ ja $4,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Kuusiston mukaan vastaavat valumat ovat 70 ja $85 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, jolloin MHQ:t ovat $5,3$ ja $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ja $HQ_{1/20}$:t $8,5$ ja $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mm. Kiljanjärveä koskevassa ympäristölupaviraston 7.1.2005 antamassa päätöksessä on aikavälillä 1976–2000 Kiljanjärven vedenkorkeuksien ja virtaamien tunnusluvut ovat olleet seuraavat:

HW=	N60 + 115,38 m	HQ = 8,10 m ³ /s
MHW=	N60 + 114,72 m	MHQ = 4,16 m ³ /s
MW=	N60 + 114,10 m	MQ = 0,56 m ³ /s
MW _{kasvukausi} =	N60 + 114,47 m	
MNW=	N60 + 112,72 m	MNQ = 0 m ³ /s
NW=	N60 + 112,33 m	NQ = 0 m ³ /s

2. Lähtötiedot

Malli luotiin tm35FIN –koordinaatistoon. Kotijoen poikkileikkaukset (noin 50 kpl) mitattiin marraskuussa 2015 Maveplan Oy:n toimesta. Poikkileikkauksia täydennettiin MML:n KM2 -korkeusmallin avulla. Mittauksissa kartoitettiin myös silta-aukot ja mallin kalibrointia varten maastoon merkityt tulvakorkeudet.

Työssä käytettiin maastomallin ja poikkileikkausten teossa AutoCAD Civil 3D 2015 -ohjelmistoa. Virtausmallinnus tehtiin HEC-RAS 4.1.0 -ohjelmistolla. Poikkileikkaustiedot vietiin ohjelmaan georeferoituna. HEC-RASiin luotiin sillat siltamittausten avulla.

Virtaamalisäykset malliin tehtiin valuma-alueiden suhteessa Haarapuron ($F = 13 \text{ km}^2$) laskukohtan perusteella seuraan taulukon mukaisesti.

Taulukko 1. Mallinnetut virtaamat

	PL	F	kalib. 1,4m ³ /s	MHQ	HQ1/20	HQ1/50	HQ1/100
Kangaspäänjärvi	780+35	39	1.3	2,7	4,4	4,9	5,2
Haarapuron yp	88+00	43	1.5	3	4,4	5,5	5,7
Haarapuron ap	84+00	56	1.9	5,1	8,2	9,2	9,7
Kiljanjärveen lasku	0+00	62	2.1	5,7	9,1	10,2	10,8

3. Virtausmalli

Malli on kalibroitu 23.9.2015 havaittujen vedenpinnan korkeuksien perusteella sekä saman päivän Kiljanjärven menovirtaaman ja varastotilan muutoksen avulla. Laskettu tulovirtaama oli Kiljanjärveen 2,04 m³/s. Uoman huonosta vedenjohtavuudesta kertoo myös se, että Manningin kertoimina käytettiin uomassa 0,07 ja tulvatasanteilla 0,09. Peratun uoma-osan Manningin kerroin oli 0,05

4. Tulvavaarakartat

Tulvavaarakartat on laatinut Miikka Annunen Pohjois-Pohjanmaan ely-keskuksessa. Keskimääräisen tulvan alle jää 26 ha peltoa ja keskimäärin kerran 20 vuodessa esiintyvän tulvan alle 50 ha.

5. Ruoppausmahdollisuudet

Ruoppaustarkastelussa tavoitteeksi otettiin keskimäärin kerran 20 vuodessa esiintyvän tulvan poistaminen koko Kotijoen matkalta. Liitteenä 2 olevassa Kotijoen pituusleikkauksessa on esitetty nykyisen ja peratun uoman pohjan tason lisäksi myös vanhan perkaussuunnitelma mukainen tasausviiva.

Nykyinen uoman pohja on paikoin lähes metrin vanhan tasausviivan alapuolella lukuun ottamatta siltojen kohtia. Uusi tasausviiva asetui kokeilujen jälkeen vanhan tasausviivan ja nykyinen väliin ja samalla uoma levennettiin ja luiskia loivennettiin. Tällöin uoman pohja jää entiselleen, jolloin mm. koko uoman pohjaeläimistö ei tuhoudu. Laskennassa perkaus tehtiin keskeisesti uoman suhteen ja noudattaen likimäärin samoja pojan kaltevuuksia kuin vanhassa suunnitelmassa. Silta-aukkoja ei laskennassa perattu, koska silta-aukkojen rakenteita ei tiedetty.

Perkaus alkaa Kiljanrannantien sillasta (pl 204) ylöspäin 7 m:n pohjan leveydellä Saarisentien sillalle (pl 1915), josta eteenpäin pohjan leveys on 6 m Sievintien sillalle (pl 3041). Siitä eteenpäin pl:n 3494 tilustien siltaan saakka pohjan leveys on 5 m, mistä eteenpäin pl:n 4730 tilustiesillalle pohjan leveys on 3 m.

Perkausmassat on laskettu Hec-Ras -ohjelman avulla, johon lisättiin 10 %. Perkausmassat ovat 30 000 m³ktr eli keskimäärin 6,6 m³/jm. Jos kustannuksia arvioidaan suurten valtaojahankkeiden kustannustietojen perusteella 27 ...30 e/jm niin kustannukset ovat 122 000...136 000 e +alv.

6. Rantaerosion hallinta

Alaosan rantaerosiota pyritään hillitsemään loiventamalla jokiluiskat kaltevuuteen 1:2. Lisäksi siltojen ala- ja yläpuolelta supistus/laajennuskohdat voidaan verhota karkealla soralla ainakin niiden siltojen kohdalla, joissa mallin mukainen virtausnopeus on keskimääräisellä tulvalla yli 0,5 m/s. Laskelmissa py-

rittiin siihen, että virtausnopeus MHQ-virtaamalla pysyy alle 0,4 m/s ja HQ_{1/20}-virtaamalla alle 0,5 m/s. Lähes kaikkien siltojen kohdalla arvot hieman ylittivät. Lisäksi plv 1915-2870 virtausnopeudet ovat hieman em. nopeuksia suuremmat.

Paras keino Kotijoen alaosan rantaerosion hillitsemiseen on pohjapadon rakentaminen Kiljanjärven ja Kiljanrannantien väliselle osuudelle. Pohjapadolla estetään joen alaosan vesipinnan lasku Kiljanjärven kevätalennuksen aikana. Pohjapadon harjan tason tulee olla mahdollisimman korkea kuitenkin siten, ettei joen alaosan rantapeltojen kasvukauden kuivatus huonone nykyisestä. Pohjapato tulee rakentaa ennen joen perkausta, jolloin pohjapadon yläpuoleinen allas toimii laskeutusaltaana.

7. Kannattavuudesta

Kustannukset ovat 122 000...136 000 euroa+alv. Veden alle jäävä alue HQ_{1/20}-tulvalla on noin 50 ha ja MHQ-tulvalla 26 ha. Tulvasuojelun hyötyalue on MHW+0,3...0,5 m ja HW_{1/20} +0,1 m. Tällöin hyötyalue on arviolta 60 ha. Tällöin hyöty hehtaaria kohti tulisi olla yli 2000 euroa. Pellon hehtaarihinta (ala 5-10 ha) arvo on Maanmittauslaitoksen vuoden 2014 kauppahintatilasto maakunnittain (keskiarvo): Keski-Pohjanmaa ja Pohjois-Pohjanmaa noin 6900...7000 e/ha. Pelkkä tulvasuojeluhyöty ei kata kustannuksia, vaan lisäksi tarvitaan kuivatushyötyä.

Hankkeesta aiheutuu myös vähäistä tulvasuojeluhyötyä Kangaspäänjärven ja Vähävedenpuron rantojen pelloille. Kotijoen Hec-Ras –mallin mukaan liitteen 2 mukaisella perkauksella Lehtorannantien rummun yläpuolella MHW ja HW_{1/20} laskevat 5...6 cm. Jos perkausta jatketaan 260 m ylävirtaan, em. tulvien lasku on 9...10 cm. Maastomallin korkeuskäyrityksen mukaan Lehtorannantien rummun yläpuolisella HW_{1/20} –tasolla tulvesi peittää noin 7 ha peltoa Kangaspäänjärven ja Vähävedenpuron rannoilla. Tulvasuojeluhyöty ei kata em. lisäperkauksen kustannuksia.

8. Jatko

Pohjapato on tärkeä perkauksen haittojen vähentäjänä ja joen alaosan vedenkorkeusvaihtelun tasaajana, jolloin joen rannoissa kiinniolevien jäiden taittumisesta johtuva eroosio vähenee merkittävästi.

Mahdollisessa varsinaisessa suunnittelussa pyritään perkausmassoja vielä pienentämään ja virtausnopeutta laskemaan. Lisäksi tulee tarkastella silta-aukkojen perkausmahdollisuudet.

Hankkeen hyödyissä voidaan tarkentaa yläpuolisen Kangaspäänjärven sen yläpuoleisen Vähävedenpuron rantojen tulvasuojeluhyötyjä

Oulussa 4.4.2016

Maveplan Oy
Kiilakiventie 1
90250 Oulu



Hannu Alatalo
dipl.ins
040-5161504

LIITTEET:

1. Hec-Ras mallin kartta
2. Kotijoen pituusleikkaus
- 3.1 Kotijoen tulvavaarakartta MHQ-virtaamalla
- 3.2 Kotijoen tulvavaarakartta $HQ_{1/20}$ -virtaamalla



Selvitys Kotijoen purkautumiskykyä heikentävistä tekijöistä (Kotijoen mittaus, HEC-RAS –mallinnus ja arviot toimenpiteistä)

1. Yleistä

Kiljanrannan kyläyhdistys ry on tilannut Maveplan Oy:ltä Kotijoen mittaukset ja HEC-RAS mallin laatimisen tulvavaarakartoitusta varten.

Hankealue kuuluu Kalajoen päävesistöalueeseen ja on Reisjärven kunnassa. Alapuolisen Kiljanjärven $F=69 \text{ km}^2$ ja $L=6,9 \%$ ja yläpuolisen Kangaspäänjärven $F=39 \text{ km}^2$ ja $L=7,8 \%$. Kotijoen valuma-alue Kiljanjärveen laskiessa on 62 km^2 ja $L=4,9 \%$. Kiljanjärven pinta-ala on $1,7 \text{ km}^2$ peruskartasta mitattuna.

Kyläyhdistys ja Pohjois-Pohjanmaan ely-keskuksen edustajat merkkasivat 23.9.2015 Kotiojan vedenkorkeuksia siltojen viereen. Kyseisen päivän lähialueen valuntatietojen perusteella ja keskustelujen Hannu Alatalo / Miikka Annunen päädyttiin virtaamaan $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ -

Työn koordinaatisto on Euref TM35FIN ja korkeusjärjestelmä N2000+ (ero $N60+38 \text{ cm} = N20000$). Työssä mallinnettiin MHQ:n lisäksi $HQ_{1/20}$, $HQ_{1/50}$, $HQ_{1/100}$.

Kaiteran mukaan lumen vesiarvo on 140 mm . jolloin MHq on $76 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ Kangaspäänjärven luusuassa ja Kotijoen suulla $92 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Tällöin on MHQ Kotijoen suussa $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ja Kangaspäänjärven luusuassa $3 \text{ m}^3/\text{s}$ ja $HQ_{1/20}$ $9,1$ ja $4,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Kuusiston mukaan vastaavat valumat ovat 70 ja $85 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, jolloin MHQ:t ovat $5,3$ ja $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ja $HQ_{1/20}$:t $8,5$ ja $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mm. Kiljanjärveä koskevassa ympäristölupaviraston 7.1.2005 antamassa päätöksessä on aikavälillä 1976–2000 Kiljanjärven vedenkorkeuksien ja virtaamien tunnusluvut ovat olleet seuraavat:

HW=	N60 + 115,38 m	HQ = 8,10 m ³ /s
MHW=	N60 + 114,72 m	MHQ = 4,16 m ³ /s
MW=	N60 + 114,10 m	MQ = 0,56 m ³ /s
MW _{kasvukausi} =	N60 + 114,47 m	
MNW=	N60 + 112,72 m	MNQ = 0 m ³ /s
NW=	N60 + 112,33 m	NQ = 0 m ³ /s

2. Lähtötiedot

Malli luotiin tm35FIN –koordinaatistoon. Kotijoen poikkileikkaukset (noin 50 kpl) mitattiin marraskuussa 2015 Maveplan Oy:n toimesta. Poikkileikkauksia täydennettiin MML:n KM2 -korkeusmallin avulla. Mittauksissa kartoitettiin myös silta-aukot ja mallin kalibrointia varten maastoon merkityt tulvakorkeudet.

Työssä käytettiin maastomallin ja poikkileikkausten teossa AutoCAD Civil 3D 2015 -ohjelmistoa. Virtausmallinnus tehtiin HEC-RAS 4.1.0 -ohjelmistolla. Poikkileikkaustiedot vietiin ohjelmaan georeferoituna. HEC-RASiin luotiin sillat siltamittausten avulla.

Virtaamalisäykset malliin tehtiin valuma-alueiden suhteessa Haarapuron ($F = 13 \text{ km}^2$) laskukohtan perusteella seuraan taulukon mukaisesti.

Taulukko 1. Mallinnetut virtaamat

	PL	F	kalib. 1,4m ³ /s	MHQ	HQ1/20	HQ1/50	HQ1/100
Kangaspäänjärvi	780+35	39	1.3	2,7	4,4	4,9	5,2
Haarapuron yp	88+00	43	1.5	3	4,4	5,5	5,7
Haarapuron ap	84+00	56	1.9	5,1	8,2	9,2	9,7
Kiljanjärveen lasku	0+00	62	2.1	5,7	9,1	10,2	10,8

3. Virtausmalli

Malli on kalibroitu 23.9.2015 havaittujen vedenpinnan korkeuksien perusteella sekä saman päivän Kiljanjärven menovirtaaman ja varastotilan muutoksen avulla. Laskettu tulovirtaama oli Kiljanjärveen 2,04 m³/s. Uoman huonosta vedenjohtavuudesta kertoo myös se, että Manningin kertoimina käytettiin uomassa 0,07 ja tulvatasanteilla 0,09. Peratun uoma-osan Manningin kerroin oli 0,05

4. Tulvavaarakartat

Tulvavaarakartat on laatinut Miikka Annunen Pohjois-Pohjanmaan ely-keskuksessa. Keskimääräisen tulvan alle jää 26 ha peltoa ja keskimäärin kerran 20 vuodessa esiintyvän tulvan alle 50 ha.

5. Ruoppausmahdollisuudet

Ruoppaustarkastelussa tavoitteeksi otettiin keskimäärin kerran 20 vuodessa esiintyvän tulvan poistaminen koko Kotijoen matkalta. Liitteenä 2 olevassa Kotijoen pituusleikkauksessa on esitetty nykyisen ja peratun uoman pohjan tason lisäksi myös vanhan perkaussuunnitelma mukainen tasausviiva.

Nykyinen uoman pohja on paikoin lähes metrin vanhan tasausviivan alapuolella lukuun ottamatta siltojen kohtia. Uusi tasausviiva asetui kokeilujen jälkeen vanhan tasausviivan ja nykyinen väliin ja samalla uoma levennettiin ja luiskia loivennettiin. Tällöin uoman pohja jää entiselleen, jolloin mm. koko uoman pohjaeläimistö ei tuhoudu. Laskennassa perkaus tehtiin keskeisesti uoman suhteen ja noudattaen likimäärin samoja pojan kaltevuuksia kuin vanhassa suunnitelmassa. Silta-aukkoja ei laskennassa perattu, koska silta-aukkojen rakenteita ei tiedetty.

Perkaus alkaa Kiljanrannantien sillasta (pl 204) ylöspäin 7 m:n pohjan leveydellä Saarisentien sillalle (pl 1915), josta eteenpäin pohjan leveys on 6 m Sievintien sillalle (pl 3041). Siitä eteenpäin pl:n 3494 tilustien siltaan saakka pohjan leveys on 5 m, mistä eteenpäin pl:n 4730 tilustiesillalle pohjan leveys on 3 m.

Perkausmassat on laskettu Hec-Ras -ohjelman avulla, johon lisättiin 10 %. Perkausmassat ovat 30 000 m³ktr eli keskimäärin 6,6 m³/jm. Jos kustannuksia arvioidaan suurten valtaojahankkeiden kustannustietojen perusteella 27 ...30 e/jm niin kustannukset ovat 122 000...136 000 e +alv.

6. Rantaerosion hallinta

Alaosan rantaerosiota pyritään hillitsemään loiventamalla jokiluiskat kaltevuuteen 1:2. Lisäksi siltojen ala- ja yläpuolelta supistus/laajennuskohdat voidaan verhota karkealla soralla ainakin niiden siltojen kohdalla, joissa mallin mukainen virtausnopeus on keskimääräisellä tulvalla yli 0,5 m/s. Laskelmissa py-

rittiin siihen, että virtausnopeus MHQ-virtaamalla pysyy alle 0,4 m/s ja HQ_{1/20}-virtaamalla alle 0,5 m/s. Lähes kaikkien siltojen kohdalla arvot hieman ylittyvät. Lisäksi plv 1915-2870 virtausnopeudet ovat hieman em. nopeuksia suuremmat.

Paras keino Kotijoen alaosan rantaerosion hillitsemiseen on pohjapadon rakentaminen Kiljanjärven ja Kiljanrannantien väliselle osuudelle. Pohjapadolla estetään joen alaosan vesipinnan lasku Kiljanjärven kevätalennuksen aikana. Pohjapadon harjan tason tulee olla mahdollisimman korkea kuitenkin siten, ettei joen alaosan rantapeltojen kasvukauden kuivatus huonone nykyisestä. Pohjapato tulee rakentaa ennen joen perkausta, jolloin pohjapadon yläpuoleinen allas toimii laskeutusaltaana.

7. Kannattavuudesta

Kustannukset ovat 122 000...136 000 euroa+alv. Veden alle jäävä alue HQ_{1/20}-tulvalla on noin 50 ha ja MHQ-tulvalla 26 ha. Tulvasuojelun hyötyalue on MHW+0,3...0,5 m ja HW_{1/20} +0,1 m. Tällöin hyötyalue on arviolta 60 ha. Tällöin hyöty hehtaaria kohti tulisi olla yli 2000 euroa. Pellon hehtaarihinta (ala 5-10 ha) arvo on Maanmittauslaitoksen vuoden 2014 kauppahintatilasto maakunnittain (keskiarvo): Keski-Pohjanmaa ja Pohjois-Pohjanmaa noin 6900...7000 e/ha. Pelkkä tulvasuojeluhyöty ei kata kustannuksia, vaan lisäksi tarvitaan kuivatushyötyä.

Hankkeesta aiheutuu myös vähäistä tulvasuojeluhyötyä Kangaspäänjärven ja Vähävedenpuron rantojen pelloille. Kotijoen Hec-Ras –mallin mukaan liitteen 2 mukaisella perkauksella Lehtorannantien rummun yläpuolella MHW ja HW_{1/20} laskevat 5...6 cm. Jos perkausta jatketaan 260 m ylävirtaan, em. tulvien lasku on 9...10 cm. Maastomallin korkeuskäyrityksen mukaan Lehtorannantien rummun yläpuolisella HW_{1/20} –tasolla tulvesi peittää noin 7 ha peltoa Kangaspäänjärven ja Vähävedenpuron rannoilla. Tulvasuojeluhyöty ei kata em. lisäperkauksen kustannuksia.

8. Jatko

Pohjapato on tärkeä perkauksen haittojen vähentäjänä ja joen alaosan vedenkorkeusvaihtelun tasaajana, jolloin joen rannoissa kiinniolevien jäiden taittumisesta johtuva eroosio vähenee merkittävästi.

Mahdollisessa varsinaisessa suunnittelussa pyritään perkausmassoja vielä pienentämään ja virtausnopeutta laskemaan. Lisäksi tulee tarkastella silta-aukkojen perkausmahdollisuudet.

Hankkeen hyödyissä voidaan tarkentaa yläpuolisen Kangaspäänjärven sen yläpuoleisen Vähävedenpuron rantojen tulvasuojeluhyötyjä

Oulussa 4.4.2016

Maveplan Oy
Kiilakiventie 1
90250 Oulu



Hannu Alatalo
dipl.ins
040-5161504

LIITTEET:

1. Hec-Ras mallin kartta
2. Kotijoen pituusleikkaus
- 3.1 Kotijoen tulvavaarakartta MHQ-virtaamalla
- 3.2 Kotijoen tulvavaarakartta $HQ_{1/20}$ -virtaamalla