

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus

Iso-Lamujärven alustava pohjapatolaskelma



28.9.2015

Insinööritoimisto Pekka Leiviskä

www.leiviska.fi

Sisällysluettelo

1 ASETETTU TAVOITE	3
2 KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA AINEISTO.....	3
3 MALLIN RAKENNE.....	4
4 MALLIN KALIBROINTI.....	5
4.1 Mitatut vedenkorkeudet	5
5 LASKENTA	7
5.1 Pohjapadon muoto	7
5.2. Lasketut vedenkorkeudet.....	8
5.3 Purkautumiskäyrä.....	9
6 JATKOSSA HUOMIOITAVAA	10

1 ASETETTU TAVOITE

Iso-Lamujärven osalla on menossa tätä kirjoitettaessa padotus- ja juoksutusselvitys. Työssä on monipuolisesti tarkasteltu säännöstelyyn liittyviä tekijöitä nykyisessä sekä tulevassa ilmasto-olosuhteissa. Eräänä työssä asetettuna tavoitteena on lisäksi tarkastella nykyisen säännöstelypatovaihtoehdon korvaamista pohjapadolla.

Tässä työssä oli tavoitteena arvioida alustava pohjapadon harjan muoto Iso-Lamujärven alapuolella sijaitsevan säännöstelypadon tilalle. Tavoitteeksi asetettiin että pohjapadon tuli purkaa seuraavat virtaamat eri vedenkorkeuksilla (palaveri Toivonen/Leiviskä 10.9.2015):

- N43+ 137,10 m -> 7,0 m³/s
- N43+ 137,00 m -> 6,0 m³/s
- N43+ 136,80 m -> 1,8 m³/s
- N43+ 136,00 m -> 0,0 m³/s

2 KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA AINEISTO

Työssä oli käytettävissä oleva aineisto:

- 6 mitattua poikkileikkausta + niiden vedenkorkeustiedot mittausajankohdalta
- Mittausajankohdan vedenkorkeus säännöstelypadon yläpuolelta ja kyseistä luukunavausta vastaava virtaama (hydrologiset havainnot kyseisiltä päiviltä)
- Säännöstelypadon purkautumiskäyrä
- Silta-aukkotiedot (piirustus pdf-muodossa) Kokkolantiestä

3 MALLIN RAKENNE

Työssä oli tarpeen laatia hydraulinen malli nykyisestä uomasta ja korvata siinä oleva säännöstelypato samaan paikkaan sijoitettavalla pohjapadolle. Pohjapadon muotoa ei oltu etukäteen määritelty, mutta sille oli asetettu luvussa 1 esitetyt virtaaman purkutavoitteet eri vedenkorkeuksilla.

Malli rakennettiin kahdessa erässä mitatuista poikkileikkauksista. Poikkileikkaukset 1-4 ja 6 oli mitattu 22.7.2015 ja poikkileikkaus 5 mittausajankohta oli 13.8.2015. Oheisessa kuvassa on esitetty mitatut poikkileikkaukset ja niiden sijainti säännöstelypadon läheisyydessä.



Kuva 1. Mitattujen poikkileikkausten 1-6 sijainti.

Poikkileikkaukset oli mitattu N60+ korkeusjärjestelmässä. Mallia rakennettaessa korjattiin vedenkorkeudet säännöstelyluvan mukaisiin N43+ vähentämällä mitatuista lukemista 0,13 m.

Mallissa olevat poikkileikkaukset on tallennettu ilmeisesti peilikuvina. Niitä ei tässä yhteydessä lähdetty kääntämään. Sillä ei ole virtauslaskennan kannalta merkitystä.

4 MALLIN KALIBROINTI

4.1 Mitatut vedenkorkeudet

Käytettävissä oli vedenkorkeuden mittaustiedot ajankohdalta 25.9.2015. Mittauksissa oli mitattu padon alapuolelta kolmen laskentapoikkileikkauksen vedenkorkeustiedot N43+ korkeusjärjestelmässä. Ajankohdan virtaama oli 4,1 m³/s.

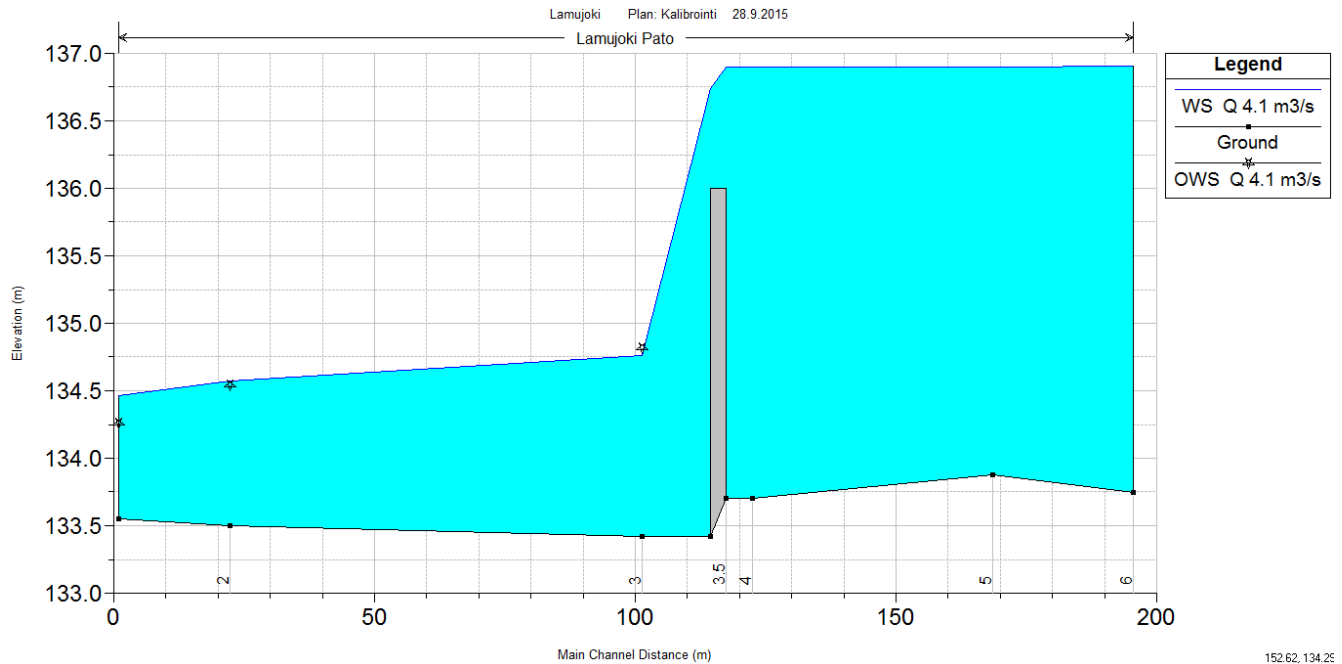
Hydraulista mallia rakennettaessa mallin alapuolisena reunaehtona käytettiin pituuskaltevuutta alimman poikkileikkauksen alapuolella. Sille valittiin arvoksi pituuskaltevuus 0,0056. Pituuskaltevuus saatiin jakamalla 1 ja 3 mittauspoikkileikkauksen vedenkorkeusero niiden välisellä etäisyydellä. Eli työssä oletettiin uoman kaltevuuden jatkuvan samalla kaltevuudella edelleen alaspäin. Mallin yläpuolisena reunaehtona oli kyseisen päivän säännöstelypadon virtaama 4,1 m³/s. Pohjan karkeutena käytettiin hieman suurehkoa arvoa 0,055 ja pohjapadon purkautumiskertoimena oli HEC-RAS ohjelmiston oletusarvona oleva C = 1,4. Kyseinen kerroin Polenin pohjapatokaavassa vastaa purkautumiskerrointa $\mu = 0,49$.

Laskentamallin kannalta oleellista on tarkkuus kolmen alimman poikkileikkauksen osalta. Niiden riittävän tarkka vedenkorkeus on tärkeää, jotta voidaan arvioida säännöstelypadon tilalle sijoitettavalle pohjapadolle sen alaveden vaikutus. Oheisessa taulukossa on käytetyllä virtaamalla 4,1 m³/s lasketut ja havaitut vedenkorkeudet poikkileikkausten 1, 2, ja 3 kohdalta:

Taulukko 2. Mallilla laskettu ja mitattu 25.9.2015 vedenkorkeus virtaamalla 4,1 m³/s.

Poikkileikkaus	Mitattu vedenpinta N43+ [m]	HEC-RAS -laskettu N43+ [m]	Erotus laskettu-havaittu [m]
1	134,26	134,46	+0,20
2	134,54	134,57	+0,03
3	134,82	134,76	-0,06

Seuraavassa kuvassa 2 on esitetty laskettu vedenkorkeus ja vedenkorkeudet laskentapoikkileikkausten 1 – 3 kohdalla. Kuvaan on lisäksi lisätty suunniteltu pohjapato sen alimman harjakorkeuden N43+ 136,00 m mukaisesti.



Kuva 2. Pohjapadon alapuolen kalibrointi poikkileikkauksissa 1, 2 ja 3. Kuvassa on esitetty havaittu ja laskettu vedenkorkeus virtaamalla 4,1 m³/s. Korkeusjärjestelmänä on N43+.

Iso-Lamujärven osalta huomionarvoista on että järven vedenkorkeus luetaan säännöstelypadon kohdalla. Menetelmä on mittauksen osalta tarkkaan ottaen hieman epätarkka kertomaan järven vedenkorkeutta. Onhan järven luusuaan matkaa säännöstelypadolta reilu 1,5 km. Näin järven ja säännöstelypadon vedenkorkeuksien välillä saattaa olla hienoinen ero etenkin isommilla virtaamilla. Eli järvi on käytännössä isoilla virtaamilla hieman korkeammalla kuin säännöstelypadolta havaittu lukema.

Koska pohjapato sijoitetaan tarkastelussa säännöstelypadon tilalle, käyttäytyy laskenta tältä osin edelleen samankaltaisesti kuin nykyisen säännöstelypadon ja järven välillä. Eli suurilla virtaamilla antaa hieman erilaisen korkeuden järvelle, kuin pohjapadon kohdalla on. Virhe säilyy kuitenkin samanlaisena kuin nykyisen säännöstelypadon mukaisessakin on.

5 LASKENTA

5.1 Pohjapadon muoto

Pohjapadon alustavassa mitoituksessa pyrittiin vastaamaan alussa kappaleessa 1 esitettyihin virtaama vedenkorkeustavoitteisiin. Pohjapato muotoiltiin seuraavin taulukossa 3 esitetyin tiedoin:

Taulukko 3. Pohjapadon harja HEC-RAS ohjelmistossa.

Inline Structure Weir Station Elevation Editor

Distance	Width	Weir Coef
5	3	1.4

Clear Del Row Ins Row Filter...

Edit Station and Elevation coordinates

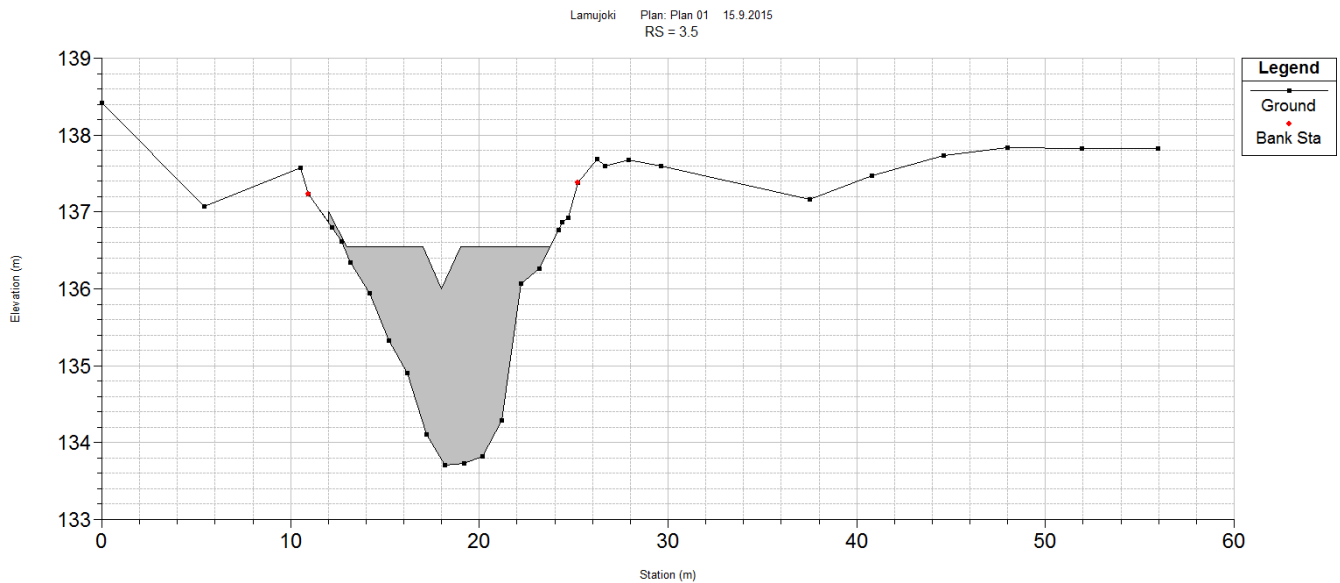
	Station	Elevation
1	12.	137.
2	13.	136.55
3	17.	136.55
4	18.	136.
5	19.	136.55
6	24.	136.55
7	25.	137.
8		

U.S Embankment SS D.S Embankment SS

Weir Data
Weir Crest Shape
 Broad Crested
 Ogee

OK Cancel

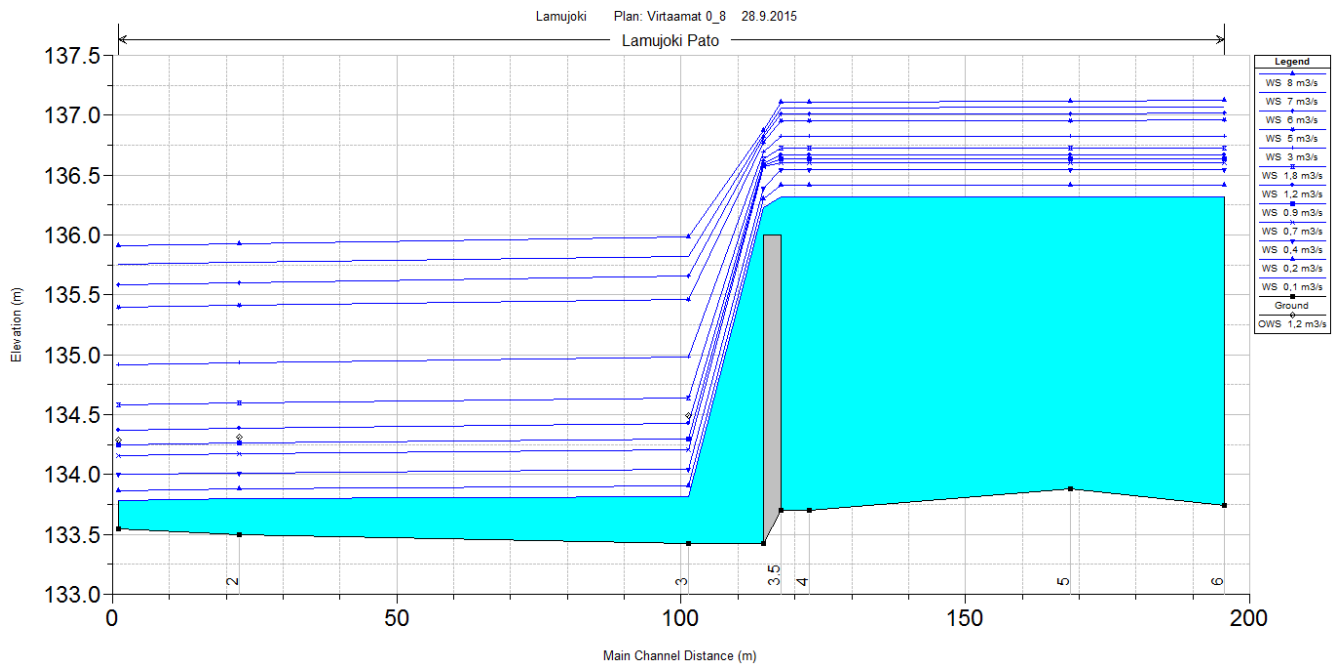
Kuvassa 3 on esitetty pohjapato ylävirran suunnasta katsottuna poikkileikkauksen 4 alapuolelle.



Kuva 3. Pohjapato sijoitettuna poikkileikkauksen 4 alapuolelle.

5.2. Lasketut vedenkorkeudet

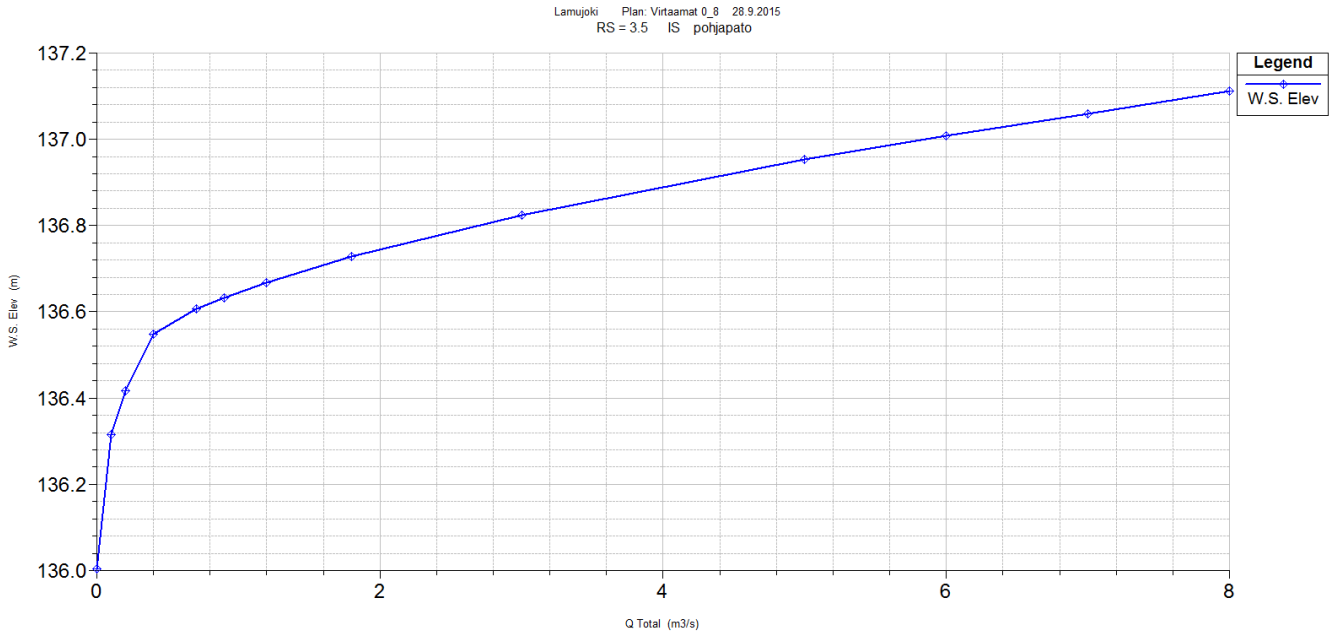
Mallilla laskettiin vedenkorkeudet ja niitä vastaava purkautuva virtaama. Virtaamalla 0,0 – 7,0 m³/s on saatu vedenkorkeudet pohjapadon kohdalle seuraavassa kuvassa 4 esitetyn pituusleikkauksen mukaisesti:



Kuva 4. Pituusleikkaus laskentamallin mukaisista poikkileikkauksista pohjapadon yhteydessä virtaamalla 0,1 – 7,0 m³/s.

5.3 Purkautumiskäyrä

Pohjapadon osalle laadittiin purkautumiskäyrä jatkolaskentaa varten. Purkautumiskäyränä tilanne on pohjapadolla seuraavan kuvan 5 mukainen:



Kuva 5. Pohjapadon purkautumiskäyrä.

Taulukkoon 4 on koostettu eri vedenkorkeuksilla purkautuvat virtaamat. Samalla taulukkoon on lisätty ero pohjapadolle asetettuun vedenkorkeus/virtaama tavoitekorkeuteen.

Taulukko 4. Purkautumiskäyrä eri vedenkorkeuksilla yläpuolisen pl 4 kohdalla:

Laskettu vedenkorkeus N43+ [m]	Virtaama padolla Q [m ³ /s]	Tavoite- korkeus *) [m]	Ero tavoite- korkeuteen [m]
136.00	0.00	136,00	+0,00
136.32	0.10		
136.42	0.20		
136.55	0.40		
136.61	0.70		
136.63	0.90		
136.67	1.20		
136.73	1.80	136,80	-0,07
136.83	3.00		
136.96	5.00		
137.01	6.00	137,00	+0,01
137.07	7.00	137,10	-0,03
137.11	8.00		

*) Tavoite asetettu keskustelussa Toivonen/Leiviskä 10.9.2015

Edellä esitetyn purkautumiskäyrän mukaan vedenkorkeus jää keskivirtaamilla hieman alemmaksi kuin tavoitteen mukainen. Toisaalta tässä pohjapadon osalta painotettiin riittävää purkautumiskykyä suuremmilla virtaamilla, jotta vahinkoraja ei rikkoontuisi ja vahinkoja alueella ei pääsisi syntymään. Täten lähestyttäessä vahinkorajaa, saavutetaan haluttu virtaama hieman asetettua vedenkorkeustavoitetta aiemmin.

6 JATKOSSA HUOMIOITAVAA

Jos pohjapato osoittautuu Suomen ympäristökeskuksen vesistömallilaskennassa varteenotettavaksi vaihtoehdoksi Iso-Lamujärven säännöstelyyn, on hyvä pohjapadon tarkesuunnitelmia laadittaessa varmistaa nykyisen uoman purkautuminen hieman tässä mallinnettua pidemmältä matkalta säännöstelypadon alapuolelta. Tällöin tulee mitata muutaman sadan metrin matkalta lisää poikkileikkauksia. Lisäksi on hyvä mitata esim. keskivirtaaman ja erityisesti keväisen tulvavirtaaman osalta nykyisen säännöstelypadon alapuolen vedenkorkeuksia, jotta suunnitellun pohjapadon alapuoleisen uoman uomatarkkuutta saataisiin lisää tarkennettua. Samalla saadaan varmistettua että työssä valittu pituuskaltevuus nyt käytössä olleen alimman poikkileikkauksen alapuolella on työssä valitun kaltainen.

Tässä työssä kalibrointivirtaamana oli $4,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Malli saatiin kalibroinnissa istutettua varsin luotettavan tuntuaisesti lähtöaineistoon käyttäen aika tyypillisiä lähtöarvoja mm. alapuolisen reunaehdon sekä karkeuskertoimien osalta. Valittu karkeuskerroin on tosin hieman suurempi kuin tyypillinen oletusarvo jokiuomissa.

Tyrnävällä 28.9.2015



Pekka Leiviskä, DI

Insinööritoimisto Pekka Leiviskä

Vauhtipyörä 4, 91800 Tyrnävä

www.leiviska.fi