
RKTL:n työraportteja 12/2014

Mustionjoen virta-alueiden elinympäristömallinnus

Tekijät: Teppo Vehanen, Olli van der Meer, Ari Saura ja Jukka Rinne



Julkaisija:
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Helsinki 2014

ISBN 978-952-303-120-3 (Verkojulkaisu)

ISSN 1799-4756 (Verkojulkaisu)

RKTL 2014

Kuvailulehti

Tekijät Teppo Vehanen, Olli van der Meer, Ari Saura, Jukka Rinne			
Nimeke Mustionjoen virta-alueiden elinympäristömallinnus			
Vuosi 2014	Sivumäärä 82 s.	ISBN 978-952-303-120-3	ISSN ISSN 1799-4756 (PDF)
Yksikkö/tutkimusohjelma Tutkimus- ja asiantuntijapalvelut			
Hyväksynyt Nina Peuhkuri, elinympäristöt ja monimuotoisuus			
Tiivistelmä Mustionjoki on Uudenmaan entinen ainoa lohijoki. Nykyisin joki on säännöstelty ja pääuomassa on neljä voimalaitosta, jotka muodostavat täydellisen vaellusesteen kaloille. Mustionjoki kuuluu kansallisen kalatiestrategian kärki-kohteisiin ja se on listattu myös Natura 2000 -kohteisiin. Suojelun perusteena on erityisesti joessa esiintyvät luontodirektiivin lajit. Joessa elää kaksi luontodirektiivin nilviäislajia, jokihelmisimpukka (<i>Margaritifera margaritifera</i>) ja vuollejokisimpukka (<i>Unio crassus</i>). Lohikalojen, lohen (<i>Salmo salar</i>) ja taimenen (<i>Salmo trutta</i>), poikaset toimivat jokihelmisimpukan elinkierrossa väli-isäntinä simpukoiden toukille. Mustionjoen pääuoman jäljellä olevat virtavesialueet kartoitettiin vuonna 2010. Tämän työn tarkoituksena oli tarkemmin arvioida lohelle soveltuvien elinympäristöjen määrää ja laatua eri Mustionjoen virtaamilla. Työ toteutettiin kaksidimensionaaliseen virtausmallinnukseen liitettyllä habitaattimallinnuksella. Lähes kaikki Mustionjoen virtapaikat ovat lohenpoikasten preferenssiaineistoon verrattuna liian syviä. Muiden ympäristötekijöiden osalta kaikilta virtapaikoilta löytyi lohenpoikasten suosimaa habitaattia suhteellisen paljon. Tosin virrannopeuden ja syvyyden kannalta useilla alueilla sopivat alueet menivät ristiin: siellä missä virrannopeus oli sopivaa, syvyyttä oli liikaa ja toisaalta sopivilla syvyyksillä ranta-alueilla virrannopeus oli liian alhainen. Pohjan kivikoon suhteen kaikki mallinnetut alueet olivat hyviä. Tulosten avulla voidaan arvioida virta-alueiden soveltuvuutta nykytilassa sekä myös mahdollisten kalataloudellisten kunnostusten suunnittelun apuna.			
Asiasanat lohi, elinympäristökunnostus, habitaattimalli, säännöstely, jokihelmisimpukka			
Julkaisun verkko-osoite http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/Mustionjoen_elinymparistomallinnus			
Yhteydenotot Teppo Vehanen, teppo.vehanen@rktl.fi			
Muita tietoja			

Sisällys

Kuvailulehti	3
1. Mustionjoki	5
2. Tutkimusalueet	6
3. Menetelmät	6
4. Tulokset	7
4.1. Svartå bruk	7
4.2. Peltokoski	9
4.3. Jungarsborg, pääuoma	11
4.4. Jungarsborg, sivu-uoma	13
4.5. Gråströmmen	15
4.6. Åminnefors	17
5. Johtopäätökset ja pohdinta	18
Viitteet	20
Liite 1. Lohen habitaattipreferenssien tietokanta (Mäki-Petäys 2007 mukaan).	21
Liite 2. Mustionjoen habitaattimallinnuksen syvyyden, virrannopeuden ja pohjanlaadun soveltuvuusindeksit pienellä ja suurella virtaamalla kohteittain.	23

1. Mustionjoki

Mustionjoki sijaitsee Karjaanjoen vesistössä, joka on Uudenmaan suurin vesistöalue. Mustionjoki on vesistön purku-uoma, joka virtaa Lohjanjärvestä Suomenlahteen Pohjanpitäjänlahdelle. Mustionjoen pääuoman pituus on noin 25 km, valuma-alueen pinta-ala 2039 km² ja keskivirtaama 19 m³/s (keskialivirtaama 9 m³/s, keskiylivirtaama 43 m³/s, Holmberg ja Valtonen 2011). Joki on säännöstelty ja pääuomassa on neljä voimalaitosta: Svartå Bruk (Mustionkoski), Peltokoski, Billnäs ja Åminnefors. Voimalaitokset muodostavat täydellisen vaellusesteen kaloille (Saura ym. 2010).

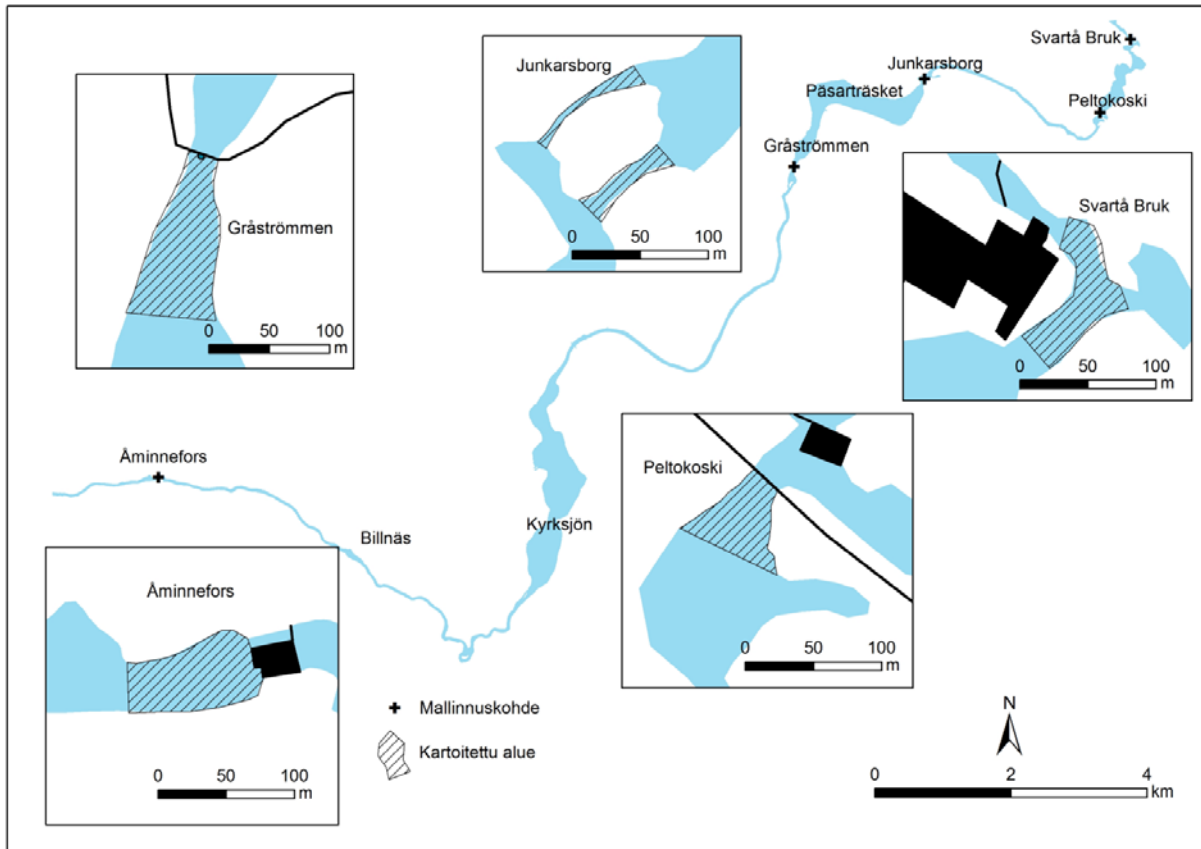
Mustionjoki on Uudenmaan entinen ainoa lohijoki. Rakentamisen ja perkaamisen myötä joen alkupe- räiset vaelluskalakannat ovat hävinneet. Tästä huolimatta Mustionjoki on edelleen alueelle tärkeä joki kalastuksellisesti, ja vaelluskalakantojen palauttamista pidetään tärkeänä (Dufva ja Marttunen 2010). Mustionjoki kuuluu kansallisen kalatiestrategian kärkikohteisiin (MMM 2012). Joki on myös kulttuurihistoriallinen kohde, jossa sijaitsee mm. Billnäsin ja Mustion vanhat teollisuusalueet.

Mustionjoki on listattu Natura 2000 -kohteisiin. Suojelukohteeseen kuuluu pääuoma ja neljä sivu-uomaa, yhteensä 35 jokikilometriä. Suojelun perusteena ovat erityisesti joessa esiintyvät luontodirektiivin lajit. Joessa elää kaksi luontodirektiivin nilviäislajia, jokihelmisimpukka (*Margaritifera margaritifera*) ja vuolejokisimpukka (*Unio crassus*). Lohikalojen, lohen (*Salmo salar*) ja taimenen (*Salmo trutta*), poikaset toimivat jokihelmisimpukan elinkierrossa väli-isäntinä simpukoiden toukille. Näin ollen Mustionjoen jokihelmisimpukoiden luontainen lisääntyminen edellyttää vaellusreittien avaamisen lisäksi myös lohikalojen poikas- ja kutualueiden kunnostamista.

Mustionjoessa luonnontilaisen kaltaisia virtapaikkoja on vielä jonkin verran jäljellä. Uudellamaalla ei enää ole kokonaan luonnontilaisia jokia, joten Mustionjoki on muuttuneisuudestaan huolimatta hyvin tärkeä virtaavan veden suojelukohde (Uudenmaan ELY-keskus). Mustionjoen pääuoman jäljellä olevat virta- vesialueet kartoitettiin vuonna 2010 (Saura ym. 2010). Tämän työn tarkoituksena oli tarkemmin arvioida lohelle soveltuvien elinympäristöjen määrää ja laatua Mustionjoen virtapaikoilla eri virtaamilla. Työ toteutettiin kaksidimensionaaliseen virtausmallinnukseen liitettyllä habitaattimallinnuksella. Tulosten avulla voidaan arvioida virta-alueiden soveltuvuutta nykytilassa. Myös mahdollisten kalataloudellisten kunnostusten suunnittelussa on todennäköisesti suurta hyötyä sekä virtaus- että habitaattimallinuksista.

2. Tutkimusalueet

Mustionjoen pääuomassa on viisi potentiaalista lohelle sopivaa virtapaikkaa (kuva 1.).



Kuva 1. Mustionjoen virtapaikkojen tutkimusalueet.

3. Menetelmät

Uoman topografia mitattiin takymetrilla (Sokkia Set 4010). Syvät alueet mitattiin veneestä käsin kaiku-luotainta (Lowrance X-4) apuna käyttäen. Mittaukset tehtiin 11.-17.10.2011 välisenä aikana.

Penkat mitattiin noin kahden metrin pistevälillä ja uomasta mitattiin noin kymmenen metrin välein poikki-leikkaukset 1-2 metrin pistevälillä. Näiden peruspisteiden lisäksi otettiin lisäpisteitä tarpeen mukaan pohjan topografian perusteella (esim. karikot).

Vedenpinnan taso mitattiin sekä pienellä (noin 6 m³/s) että suurella (noin 20 m³/s) virtaamalla. Samalla mitattiin muutamista uomapisteistä virrannopeuksia, joita käytettiin virtausmallin validointiin ja kalibrointiin.

Tutkimusalueiden virtausmallinnukset tehtiin River2D-ohjelmalla (Steffler ja Blackburn 2002). Ohjelma sisältää myös habitaattimallinnuksen, jolla voidaan laskea mallinnussolujen soveltuvuusindeksit, jotka kuvaavat kunkin solun soveltuvuutta tutkittavalle kalalajille fyysikaalisten ympäristökijöiden perusteella (syvyys, virrannopeus ja pohjanlaatu) asteikolla 0 (sopimaton) - 1 (optimaalinen). Solujen soveltuvuusindeksi- en ja pinta-alojen perusteella ohjelma laskee ns. WUA-arvon (weighted usable area). WUA-arvo saadaan,

kun kerrotaan kunkin solun pinta-ala kyseisen solun yhdistetyllä soveltuvuusindeksillä (yhdistetty soveltuvuusindeksi on syvyyden, virrannopeuden ja pohjanlaadun soveltuvuusindeksien geometrinen keskiarvo) ja lasketaan kertoimella painotetut pinta-alat yhteen.

Solujen syvyys- ja virrannopeusarvot saadaan virtausmallista. Pohjanlaatu habitaattimalliin otettiin aiemmin tehdyn visuaalisen kartoituksen havainnekartoista (Saura ym. 2010).

Peltokosken mallinnusalueella maastohavaintojen perusteella lähes kaikki vesi virtaa uoman vasemman puolen alueella. Tämän perusteella uoman topografiatiedostoon tehtiin keinotekoinen pengker, jotta vesi purkautuisi mallissa mahdollisimman samalla tavoin kuin todellisuudessa. Muilla mallinnusalueilla ei maastosta mitattua aineistoa tarvinnut muokata.

Habitaattimallinnus tehtiin kahdella preferenssikäyrällä, joista toinen oli laadittu pienille lohenpoikasille (alle 10 cm) ja toinen isoille lohenpoikasille (yli 10 cm). Käytetyt preferenssikäyrät olivat lohenpoikasille tehtyjä yleiskäyriä, jotka on saatu yhdistämällä useilta joilta koottuja preferenssitietoja (liite 1). Tarkastelu tehtiin lohenpoikasille, koska Mustionjoen pääuoman arvioidaan soveltuvan paremmin lohen kuin taimenen poikastuotantoon.

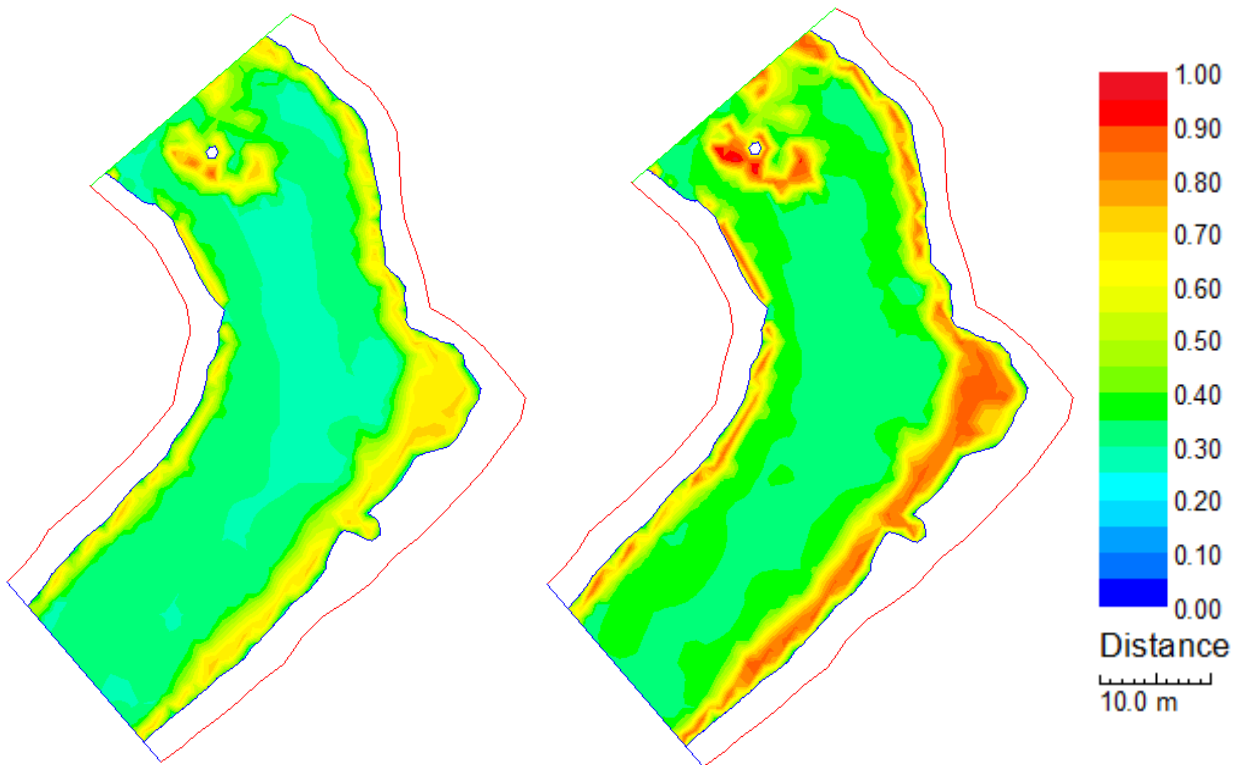
4. Tulokset

Tässä raportissa esitetään Mustionjoen tutkimusalueiden yhdistetyn soveltuvuusindeksin tulokset alle ja yli 10 cm lohenpoikasille kahdella eri virtaamalla sekä soveltuvan pinta-alan muutokset virtaaman muuttuessa. Lisäksi Liitteessä kaksi esitetään erikseen virrannopeuden, syvyyden ja pohjanlaadun soveltuvuusindeksit kullekin tutkimusalueelle pienellä ja suurella virtaamalla. Varsinaisia lähtötietoja (virrannopeus, syvyys, pohjanlaatu) ei esitetä kuvien suuren määrän vuoksi, mutta ne ovat tarvittaessa saatavissa kirjoittajilta.

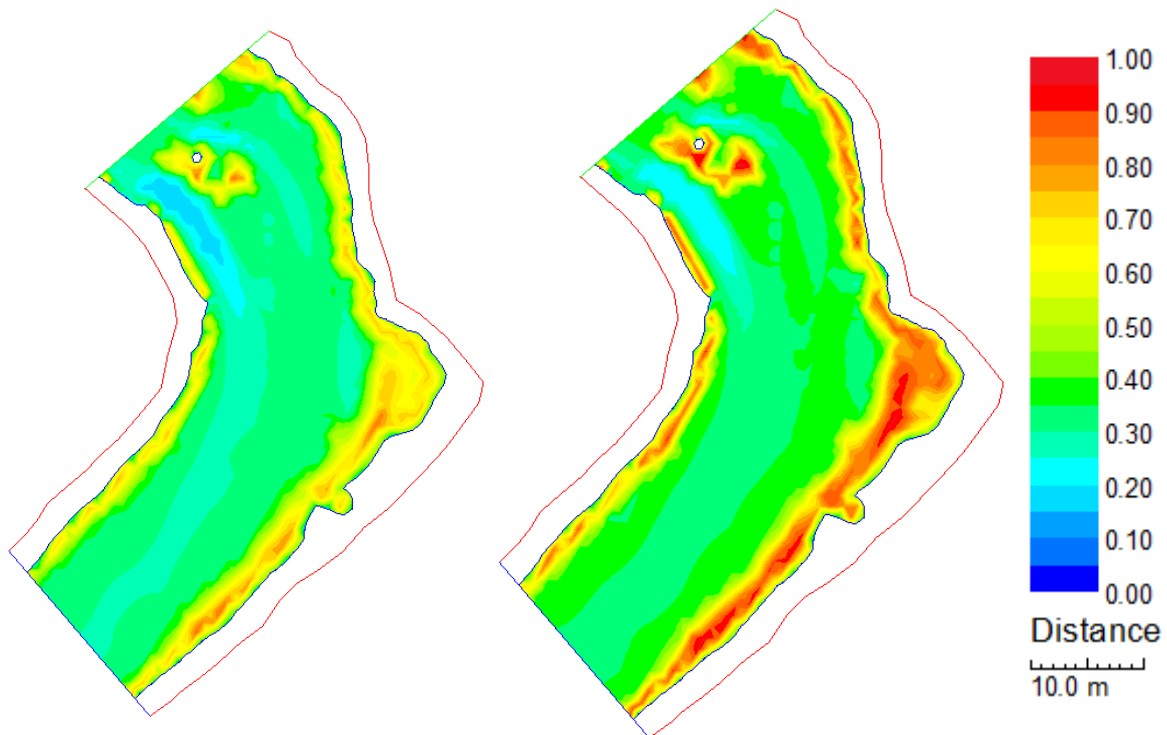
4.1. Svartå bruk

Alue on pääasiassa yli metrin syvyistä, joten syvyyden soveltuvuusindeksi jää pieneksi sekä pienille että isoille lohenpoikasille ranta- ja yläosan karikkoaluetta lukuun ottamatta. Virrannopeus vaihtelee pienellä kuuden kuution virtaamalla pääasiassa 0,3-0,6 m/s, maksiminopeuden ollessa noin 0,8 m/s. Virrannopeus on sekä pienille että isoille lohenpoikasille hyvä tai erinomainen koko alueella. Seitsemäntoista kuution virtaamalla virrannopeus on enemmillään yli 1,5 m/s ja yleisesti 0,5-1,0 m/s. Virrannopeus alueen yläosassa on paikoin liian suuri, mikä vähentää alueen soveltuvuutta varsinkin pienille lohenpoikasille. Kokonaisuutena virrannopeus on tällä virtaamalla kuitenkin hyvä. Pohjanlaadun suhteen mallinnusalue on hieman parempaa isommille poikasille (ks. Liite 2).

Mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi on isommille poikasille hieman parempi, mikä vielä korostuu isommalla virtaamalla virrannopeuksien kasvaessa (kuvat 2 ja 3).

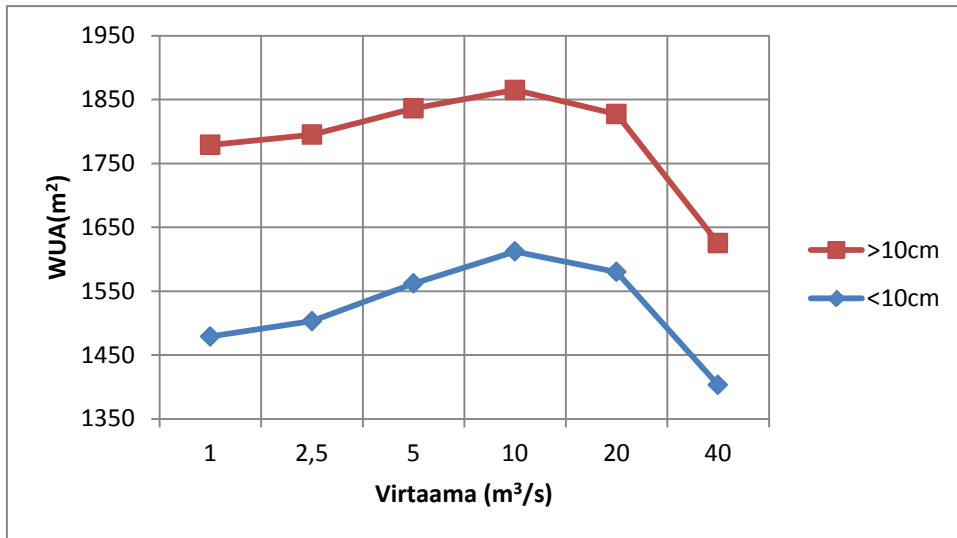


Kuva 2. Svartå brukin mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$). Soveltuvuus 0 = sopimaton, 1 = optimaalinen.



Kuva 3. Svartå brukin mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 17 \text{ m}^3/\text{s}$).

Sekä isoille että pienille lohenpoikasille optimivirtaama on noin kymmenen kuutiota (kuva 4). Virtaaman laskiessa habitaatin määrä kuitenkin laskee melko hitaasti ja yhden kuution virtaamalla WUA-arvot ovat laskeneet 5-10 % optimista. Virtaaman noustessa 40 kuutioon WUA-arvo laskee noin 13 %.

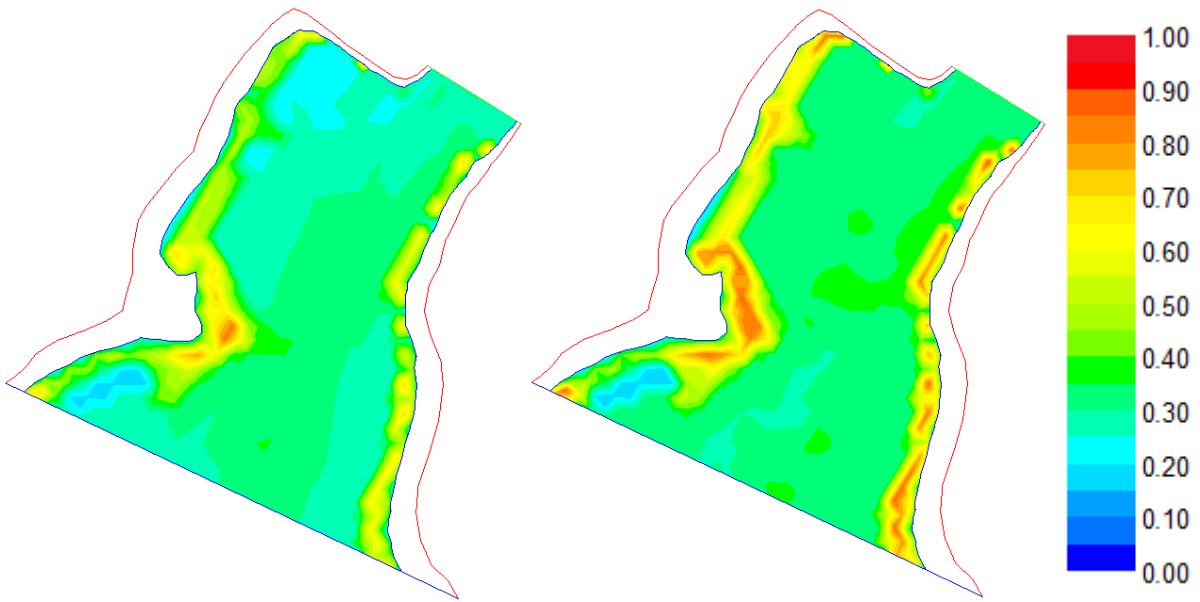


Kuva 4. Svartå brukin mallinnusalueen lohenpoikasille soveltuvan habitaatin määrä (WUA) kuudella eri virtaamalla (kokonaispinta-ala 4306 m²).

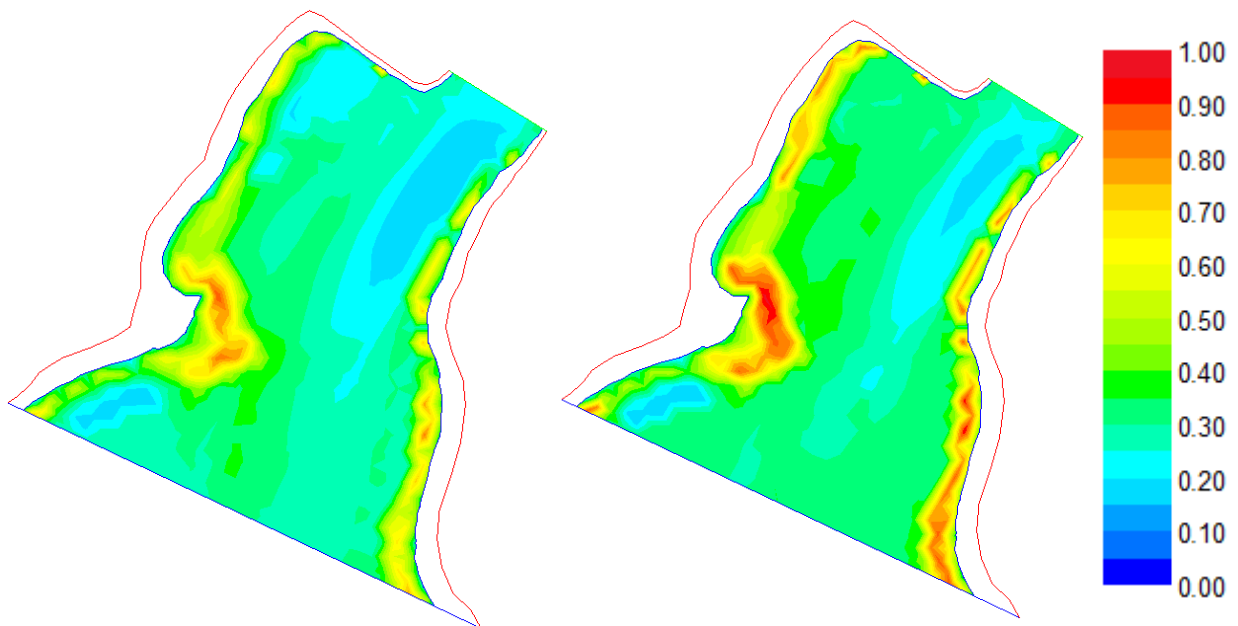
4.2. Peltokoski

Peltokosken mallinnusalue on pääosin yli 1,5 metrin syvyistä. Syvyys ei ole sopivaa lohenpoikasille kuin uoman ranta-alueilla, jotka nekin ovat nopeasti syveneviä. Virrannopeus on hyvin erilainen uoman eri osissa: virtaus keskittyy uoman keskelle, ja varsinkin uoman oikea laita jää heikkovirtaiseksi. Seitsemän kuution virtaamalla parhaat virrannopeusalueet ovat kovimman virran alueella, mutta 20 kuution virtaamalla parhaat alueet sijaitsevat kovimman virran reunoilla. Pohjanlaadun suhteen alue on suurimmaksi osaksi hyvää (ks. Liite 2).

Yhdistetty soveltuvuusindeksi on suurimmillaan uoman reunamilla liiallisen syvyyden takia. Lisäksi nähdään, että isommille poikasille alue on paremmin soveltuvaa sekä isolla että pienellä virtaamalla (kuvat 5, 6).

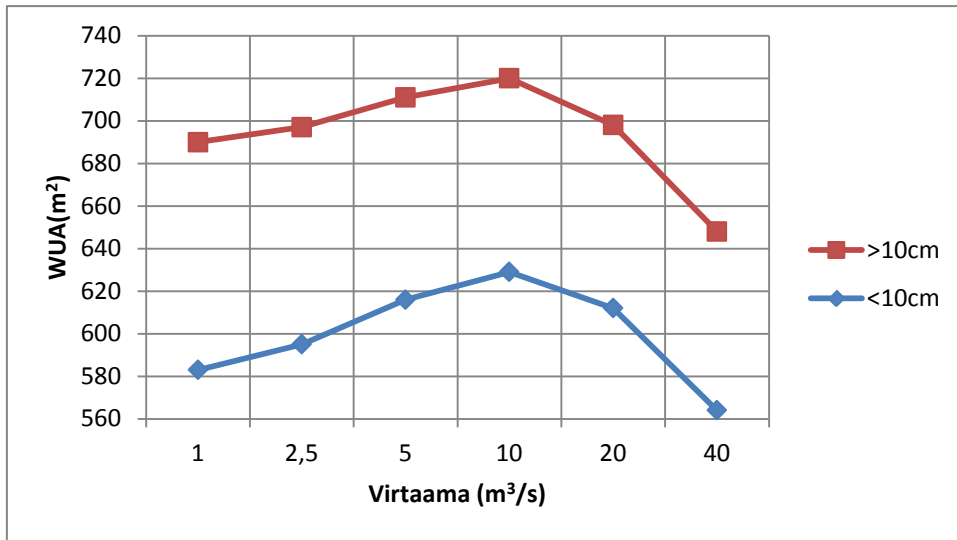


Kuva 5. Peltokosken mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$).



Kuva 6. Peltokosken mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).

Peltokoskella optimivirtaama on myös kymmenen kuution kohdalla ja ääripäissä WUA-arvo on laskenut 5-10 % (kuva 7).

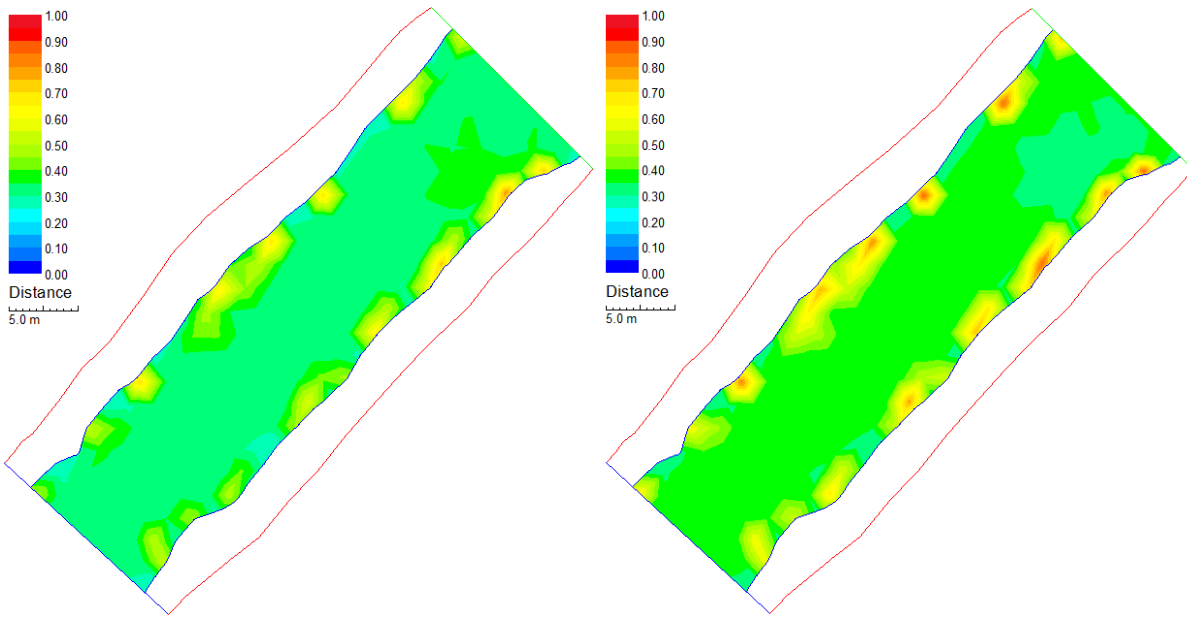


Kuva 7. Peltokosken mallinnusalueen lohenpoikasille soveltuvan habitaatin määrä (WUA) kuudella eri virtaamalla (kokonaispinta-ala 1950 m²).

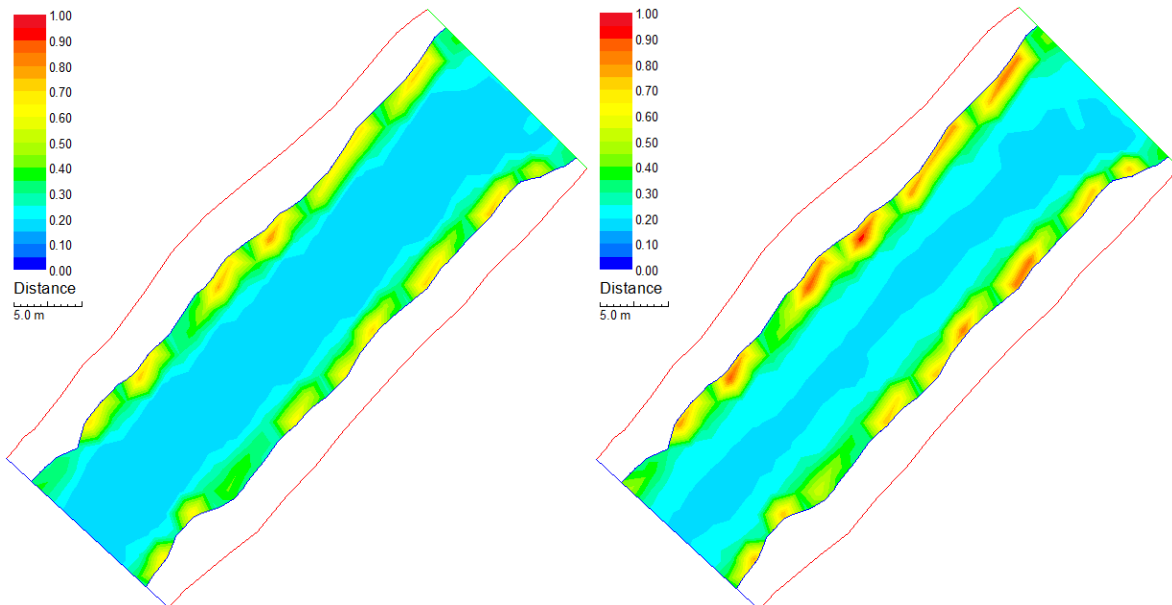
4.3. Jungarsborg, pääuoma

Pääuoma on lohenpoikasille liian syvä: rannoilta uoma syvenee nopeasti noin kahteen metriin. Sen vuoksi syvyyden soveltuvuusindeksi on hyvä vain pienellä alueella rannan läheisyydessä. Virrannopeus on viiden kuution virtaamalla alle 0,5 m/s koko uoman leveydeltä, ja sopii erittäin hyvin sekä isoille että pienille lohenpoikasille. Sen sijaan kahdenkymmenen kuution virtaamalla uoman keskiosissa virrannopeus on yleisesti yli 1 m/s ja virrannopeuden hyvä soveltuvuus rajoittuu ranta-alueille. Pohjanlaadun suhteen alue on suurimmaksi osaksi hyvää tai erinomaista (ks. Liite 2).

Viiden kuution virtaamalla yhdistetty soveltuvuusindeksi on hyvä koko uoman leveydeltä (kuva 8), mutta kahdenkymmenen kuution virtaamalla sekä virrannopeus että syvyys ovat liian suuria, joten yhdistetty soveltuvuusindeksi jää selvästi pienemmäksi (kuva 9).

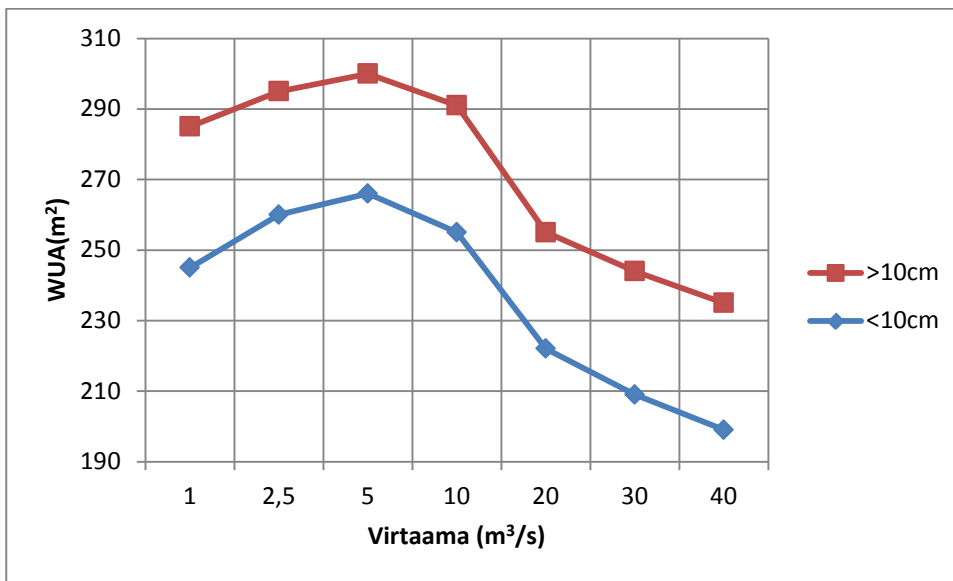


Kuva 8. Kuva 8. Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$).



Kuva 9. Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm:n lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).

Eniten lohenpoikasille soveltuvaa habitattia on viiden kuution virtaamalla. Virtaaman laskiessa yhteen kuution sekunnissa WUA-arvo laskee 8-10 % ja sen noustessa 40 kuution sekunnissa arvo laskee 20-25 % (kuva 10). Uoman rännimäisyys ja kapeus selittää virtaaman kasvaessa havaittavan melko voimakkaan WUA-arvon laskun.

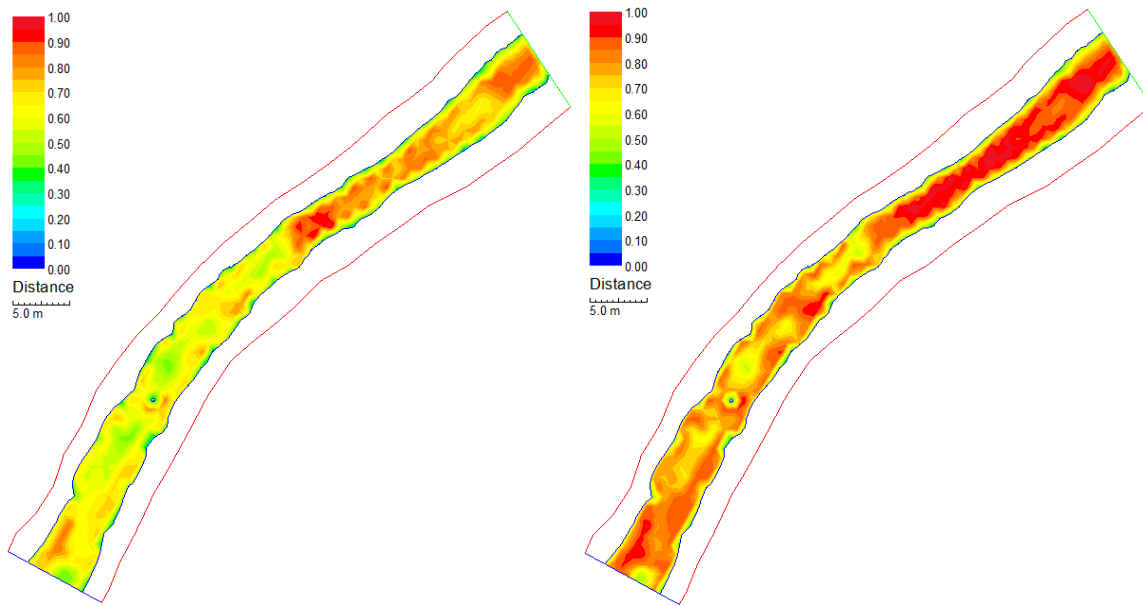


Kuva 10. Kuva Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen lohenpoikasille soveltuvan habitaatin määrä (WUA) seitsemällä eri virtaamalla (kokonaispinta-ala 787 m²).

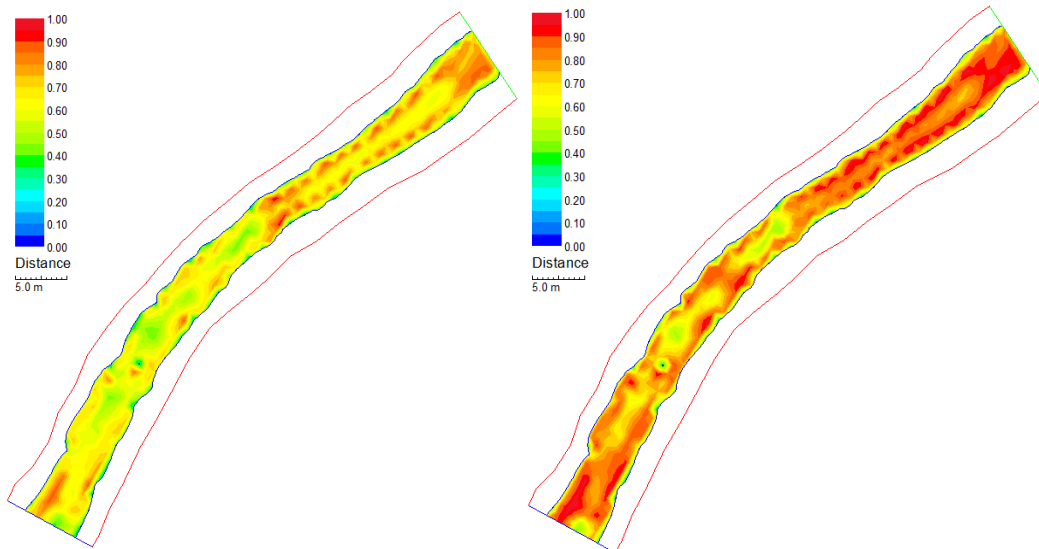
4.4. Jungarsborg, sivu-uoma

Sivu-uoman mallinnusalue on syvyydeltään pääosin alle metrin, mikä soveltuu erinomaisesti sekä isoille että pienille lohenpoikasille. Virrannopeus on 0,3 kuution virtaamalla yleisesti alle 0,5 m/s ja 0,8 kuution virtaamalla alle 0,7 m/s. Virrannopeudet eivät ole liian alhaisia juuri missään, joten koko alue on virrannopeudeltaan joko hyvää tai erinomaista sekä pienille että isoille poikasille molemmilla mallinnusvirtaamilla. Pohjanlaadun suhteen alue on suurimmaksi osaksi hyvää tai erinomaista (ks. Liite 2).

Yhdistetty soveltuvuusindeksi on joko erittäin hyvä tai hyvä koko alueella kaikille lohenpoikasille (kuvat 11 ja 12). Alue soveltuu paremmin isolle poikaselle, mutta pienellekin se on hyvää. Alueen ylempi puolisko on hieman parempaa aluetta kuin alaosa yhdistetyn soveltuvuusindeksin perusteella.

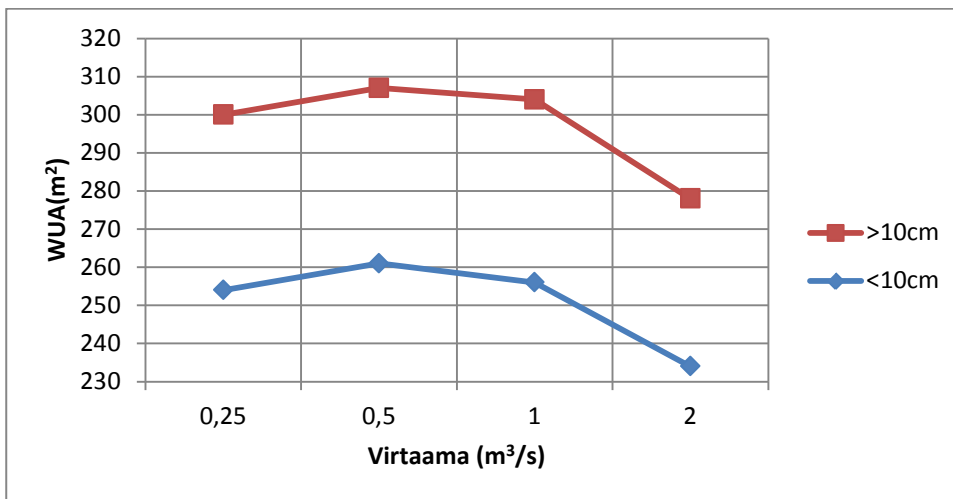


Kuva 11. Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm:n lohenpoikaselle ($Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$).



Kuva 12. Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm:n lohenpoikaselle ($Q = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$).

Sivu-uoman optimivirtaama on puolen kuution paikkeilla molemmille kokoluokille. Virtaaman pienetessä 0,25 kuution WUA-arvo laskee, mutta vain noin kaksi prosenttia. Virtaaman kasvaessa kahteen kuution WUA-arvo on laskenut noin 10 %.

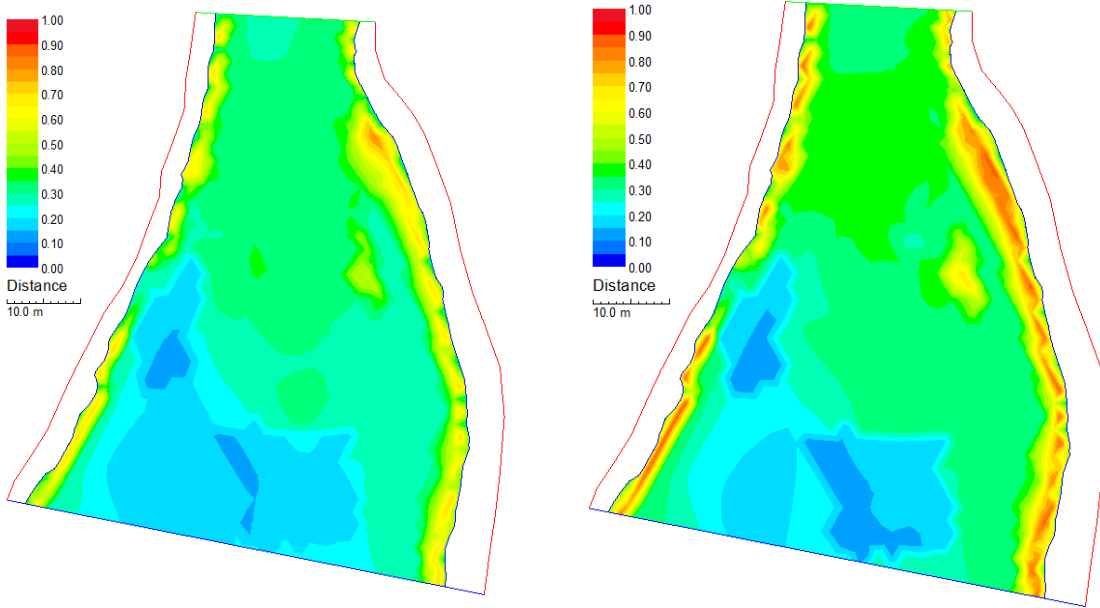


Kuva 13. Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen lohenpoikasille soveltuvan habitaatin määrä (WUA) neljällä eri virtaamalla (kokonaispinta-ala 554 m²).

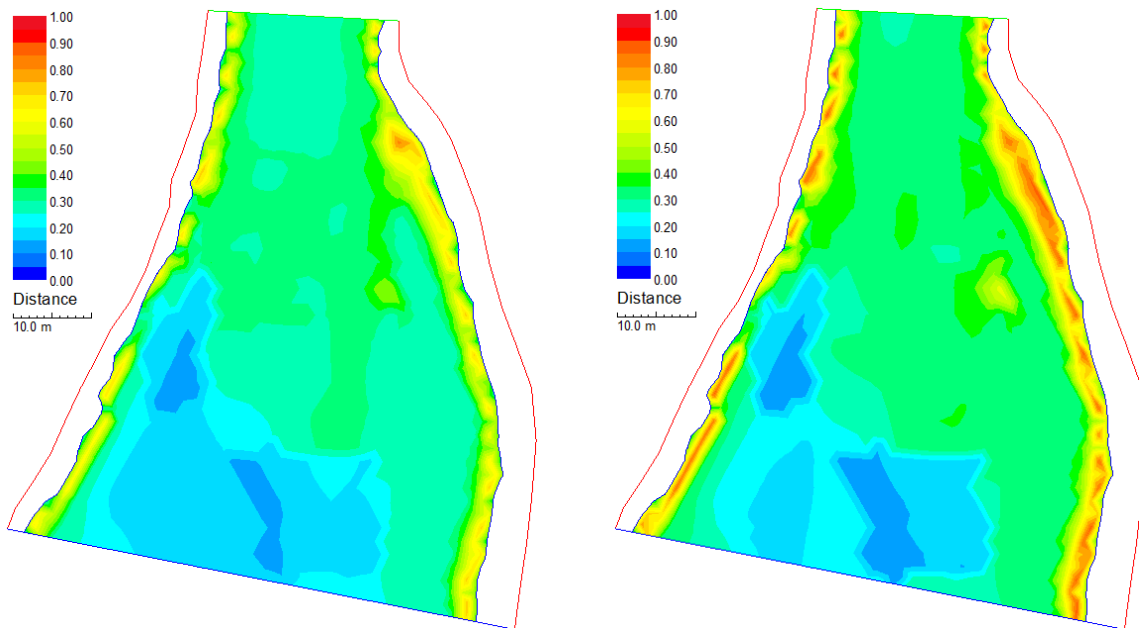
4.5. Gråströmmen

Gråströmmen virta-alue on rantoja lukuun ottamatta hyvin syvää lohenpoikasten habitaatiksi. Rannoilta uoma syvenee hyvin nopeasti yli metriin ja syvimmät, yli neljän metrin alueet sijaitsevat mallinnusalueen alaosassa. Syvyyden soveltuvuusindeksi jää ranta-alueita lukuun ottamatta hyvin alhaiseksi koko alueella molemmille lohenpoikasten kokoluokille. Voimakkaan virran alue keskittyy uoman keskiosaan; kymmenen kuution virtaamalla se on 0,2-0,4 m/s ja kahdenkymmenen kuution virtaamalla 0,4-0,7 m/s. Virrannopeuden soveltuvuusindeksi on kymmenen kuution virtaamalla korkein kovimman virran alueella, mutta kahdenkymmenen kuution virtaamalla voimakkaimman virran alue jo heikkenee sopivuudeltaan ja samalla sopivimman habitaatin alue levenee laidoille päin. Pohjan kivikoon suhteen alue on suurimmaksi osaksi hyvää tai erinomaista (ks. Liite 2).

Yhdistetyn soveltuvuusindeksin perusteella alue sopii hieman paremmin isoille lohenpoikasille ja parhaat alueet sijaitsevat uoman reunoilla (kuvat 14 ja 15).

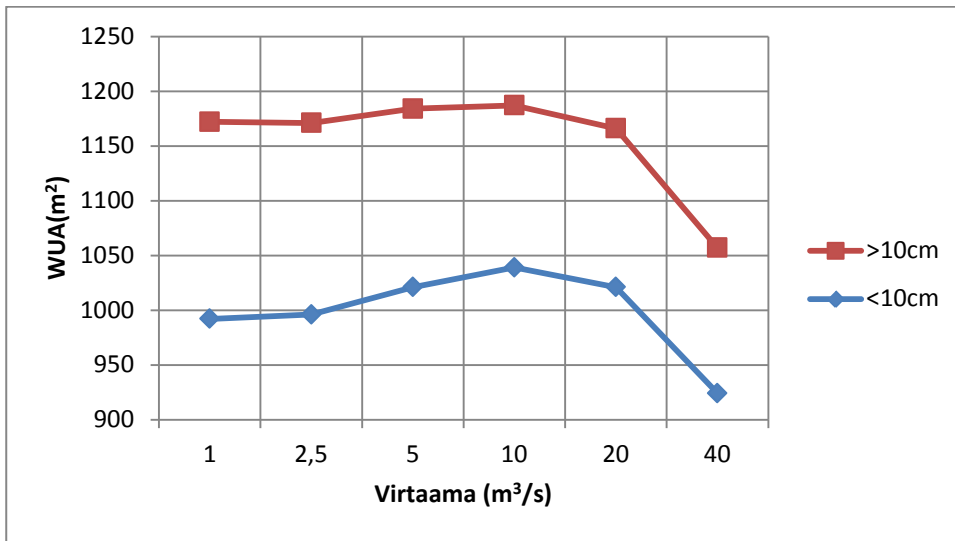


Kuva 14. Gråströmmenin mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm:n lohenpoikaselle ($Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$).



Kuva 15. Gråströmmenin mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm:n lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).

Kymmenen kuution virtaamalla WUA-arvo on suurin (kuva 16). Isoilla lohenpoikasilla WUA-arvo ei juuri laske virtaaman laskiessa yhteen kuutioon (noin yhden prosenttiin) ja pienilläkin poikasilla se ei laske kuin viitisen prosenttia. Virtaaman kasvaessa 40 kuutioon WUA-arvo laskee molemmilla kokoluokilla noin 11 %.

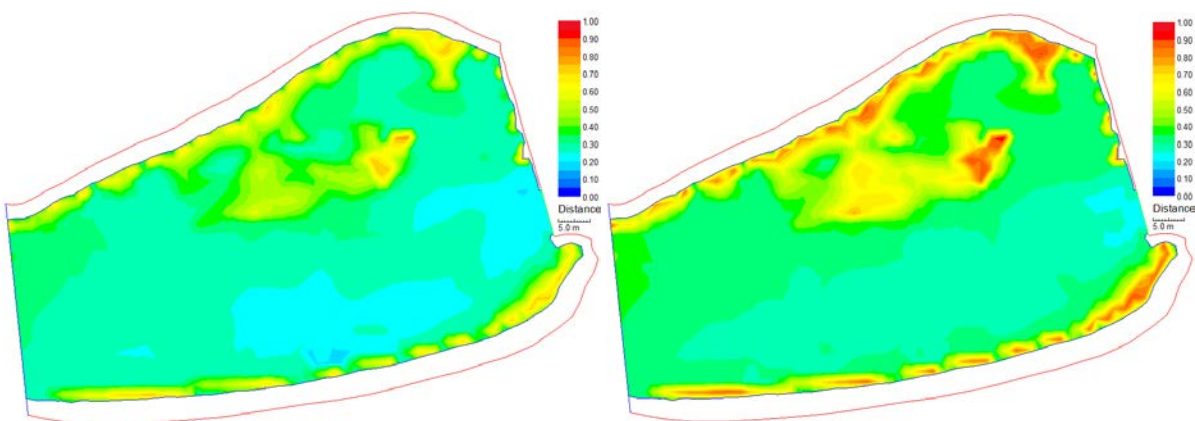


Kuva 16. Gråströmmen mallinnusalueen lohenpoikasille soveltuvan habitaatin määrä (WUA) kuudella eri virtaamalla (kokonaispinta-ala 3346 m²).

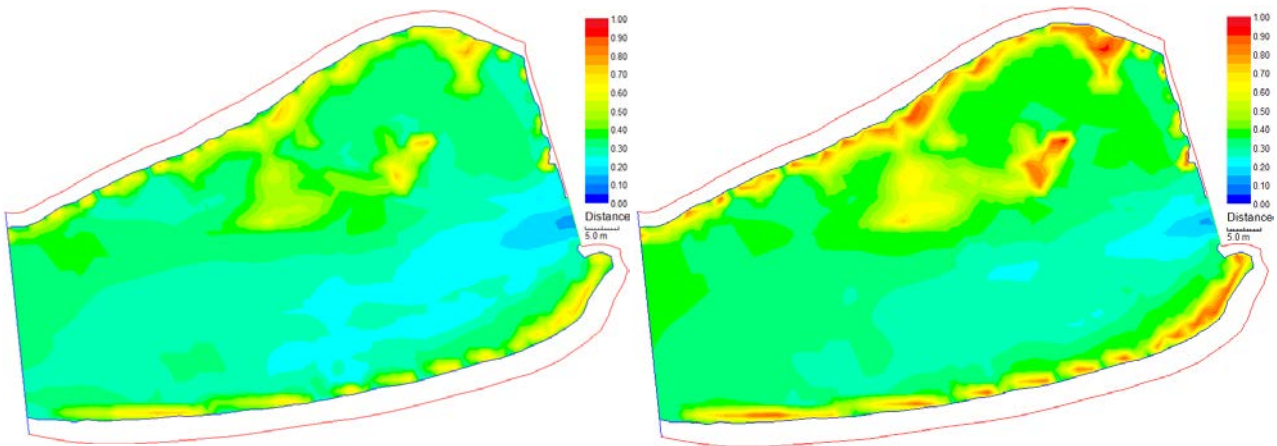
4.6. Åminnefors

Åminneforsin voimalaitoksen alapuolella syvä uoma, 3-4 metriä, menee vasenta laitaa. Oikealla puolella alueen yläosassa on matala karikkoalue. Uoman rannat ja yläosan karikko ovat ainoat lohenpoikasille hyvin soveltuvat alueet syvyyden kannalta. Virrannopeus on seitsemän kuution virtaamalla alle 0,4 m/s ja yhdeksäntoista kuution virtaamalla alle 1,0 m/s. Voimakkain virta keskittyy uoman syville alueille turbiiniaukosta suoraan alavirtaan. Virrannopeuden soveltuvuusindeksi on hyvä tai erinomainen koko mallinnusalueella. Pohjan kivikoon suhteen alue on suurimmaksi osaksi hyvää tai erinomaista (ks. Liite 2).

Yhdistetyn soveltuvuusindeksin perusteella alue sopii hieman paremmin isoille lohenpoikasille, ja parhaat alueet sijaitsevat uoman reunoilla (kuvat 17, 18).

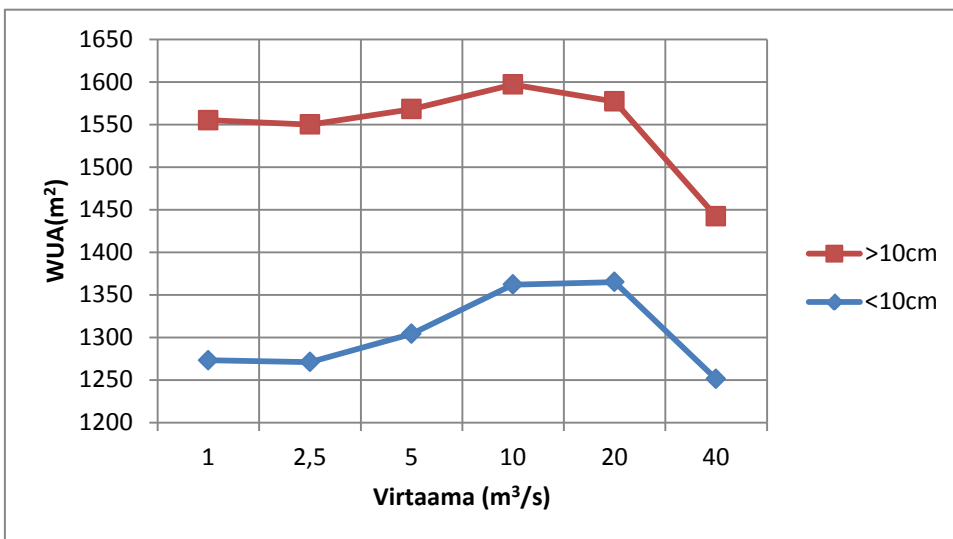


Kuva 17. Åminneforsin mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$).



Kuva 18. Åminneforsin mallinnusalueen yhdistetty soveltuvuusindeksi vasemmalla alle 10 cm lohenpoikaselle ja oikealla yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).

Pienille lohenpoikasille optimivirtaama on kymmenen ja kahdenkymmenen kuution alueella, ja isoille poikasille se on kymmenen kuution virtaamalla (kuva 19). Isoilla lohenpoikasille WUA-arvo ei juuri laske virtaaman laskiessa yhteen kuutioon (noin 3 %), mutta virtaaman noustessa 40 kuutioon WUA-arvo tippuu selvästi enemmän (noin 10 %). Pienten poikasten kohdalla mallinnettujen virtaamien ääripäissä WUA-arvot laskivat 7-8 %. Molemmilla kokoluokilla WUA-arvo ei enää laskenut vaan hieman lisääntyi virtaaman laskiessa 2,5 kuutiosta yhteen kuutioon.



Kuva 19. Åminneforsin mallinnusalueen lohenpoikasille soveltuvan habitaatin määrä (WUA) kuudella eri virtaamalla (kokonaispinta-ala 4190 m^2).

5. Johtopäätökset ja pohdinta

Jungerborgin sivu-uomaa lukuun ottamatta kaikki Mustionjoen virtapaikat ovat lohenpoikasten preferenssiaineistoon verrattuna liian syviä. Jungerborgin sivu-uoma olikin selvästi parasta poikasaluetta mallinnuksen perusteella.

Muiden ympäristökijöiden osalta kaikilta virtapaikoilta löytyi lohenpoikasten suosimaa habitaattia runsaasti. Virrannopeuden ja syvyyden kannalta useilla alueilla sopivat alueet menivät ristiin: siellä missä

virrannopeus oli sopivaa, syvyyttä oli liikaa, ja toisaalta matalilla (sopivilla syvyyksillä) ranta-alueilla virrannopeus oli liian alhainen.

Pohjan kivikoon suhteen kaikki mallinnetut alueet olivat hyviä. Uoman topografiamittausten yhteydessä ei pohjanlaatua tosin kartoitettu, vaan se otettiin aikaisemmin tehdyn visuaalisen habitaattikartoituksen havainnekartoista. Sopivan kivikoon lisäksi pohjanlaatuun vaikuttaa kivien tarjoama suoja virralta ja pedoilta. Jos pohja on tasainen ja kivet iskostuneet tasaiseksi kerrokseksi ilman pohjakasvillisuutta, ei pohjanlaatu ole hyvää sopivasta kivikoosta huolimatta. Pohjanlaadun tarkempi selvittäminen vaatisi lisätutkimuksia esim. sukeltamalla pienen virtaaman aikana.

Tässä yhteydessä ei mallinnettu kuluun soveltuvien elinympäristöjen määrää eikä laatua. Mahdollisten kutualueiden selvittäminen vaatisi tarkempaa maastokartoitusta (edellä mainitun pohjanlaadun kartoituksen yhteydessä). Kudulle sopivien habitaattien osalta ratkaiseva seikka on sopivan kokoisen sorapatjan olemassaolo sopivassa virrannopeudessa (ks. Louhi & Mäki-Petäys 2003, Louhi ym. 2008). Säännöstellyssä joessa on myös syytä arvioida säännöstelyn vaikutus kutualueisiin: kuiville jääminen, soraikon pysyvyys ym. voimakkaista virtaamien muutoksista johtuvat ilmiöt.

Tässä työssä käytetyissä preferenssikäyrissä lohenpoikasten oletettiin viihtyvän ainoastaan alle metrin syvyisissä vesissä, mutta niiden on havaittu elävän selvästi syvemmilläkin habitaateilla (Linnansaari 2003, Keskinen 2004). Käytössä olevien preferenssikäyrien taustalla oleva lohenpoikasten paikannusaineisto on saatu pääasiassa sähkökalastamalla, joka menetelmänä sopii ainoastaan alle metrin syvyisille jokialueille. Tämän takia preferenssikäyrät ovat varsinkin syvyyden suhteen todennäköisesti puutteellisia. Jos käyriin aiempien tutkimusten havainnot poikasten viihtyvyydestä 2,5 metrin syvyyteen asti (Linnansaari 2003, Keskinen 2004), olisivat mallinnuksella saatavat syvyyden ja yhdistetyn soveltuvuusindeksin arvot nyt esitetyjä parempia.

Optimitilanne habitaattimallinnuksessa olisi, että preferenssikäyrät perustuisivat samoilta alueilta tehtyihin kalapaikannuksiin. Käytettäessä useilta joilta kerättyjen paikannusaineistojen pohjalta tehtyjä preferenssikäyriä saadaan mallinnuksessa suuntaa antavat tulokset, joihin kannattaa suhtautua tietyllä varauksella. Niiden antamaa informaatiota voidaan kuitenkin käyttää apuna jatkotoimia suunniteltaessa.

Viitteet

- Dufva, M. ja Marttunen, M. 2010. Monitavoitearviointi Mustionjoen kunnostuksessa. Simpukka- ja lohikantojen elvyttämismuutosten arviointi. Suomen ympäristö 20/2010. 147 s.
- Holmberg, R. ja Valtonen, M. 2012. Mustionjoen, Fiskarsinjoen, Pohjanpitäjänlahden ja Tammisaaren merialueen yhteistarkkailun yhteenveto vuodelta 2011. Länsi-Uudenmaan Vesi ja Ympäristö Ry. Julkaisu 235/2012.
- Keskinen, A. (2004) Lohenpoikasten (*Salmo salar* L.) esiintyminen Teno- ja Utsjoen syvissä ja matalissa habitaateissa. Pro Gradu -tutkielma. Biotieteellinen tiedekunta. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Helsingin yliopisto. 49 s.
- Linnansaari, T. (2003) Lohenpoikasten (*Salmo salar* L.) esiintyminen Muonionjoen syvissä habitaateissa. Pro Gradu -tutkielma. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. Helsingin yliopisto. 62 s.
- Louhi, P. ja Mäki-Petäys, A. (2003) Elämää soraikon ulkopuolella ja sisällä – lohen ja taimenen kutupaikan valinta sekä mädin elinympäristövaatimukset. Kalatutkimuksia 191. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki. 23 s.
- Louhi, P., Mäki-Petäys, A. ja Erkinaro, J. (2008) Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: general criteria and intragravel factors. River. Res. Applic. 24: 330–339.
- MMM 2012. Kansallinen kalatiestrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös 8.3.2012.
- Mäki-Petäys, A. (2007) Taimenen ja lohen habitaattipreferenssien tietokanta. RKTL. Oulun riistan- ja kalantutkimus. 2.10.2007 (julkaisematon aineisto).
- Saura, A., Rinne, J., Vehanen, T. (2010) Mustionjoen pääuoman ja sivupurojen lohelle ja taimenelle soveltuvien poikastuotantoalueiden kartoitus ja poikastuotantoarvio. Riista- ja kalatalous – selvityksiä 13/2010. Helsinki. 46 s.
- Steffler, P. ja Blackburn, J. (2002) Two-dimensional depth averaged model of river hydrodynamics and fish habitat, introduction to depth averaged modeling and user's manual. University of Alberta.
- Uudenmaan ELY-keskus. Suomen Natura 2000 -kohteet. Mustionjoki. FI0100023. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Mustionjoki\(5984\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Mustionjoki(5984)).

Liite 1. Lohen habitaattipreferenssien tietokanta (Mäki-Petäys 2007 mukaan).

Syvyys (cm)	Pienet lohet < 10 cm	Isot lohet > 10 cm
	pref	pref
5	0,06	0,05
15	0,43	0,38
25	0,77	0,71
35	1	0,94
45	0,93	1
55	0,70	0,90
65	0,43	0,68
75	0,32	0,47
85	0,20	0,28
95	0,12	0,14
105	0,06	0,06

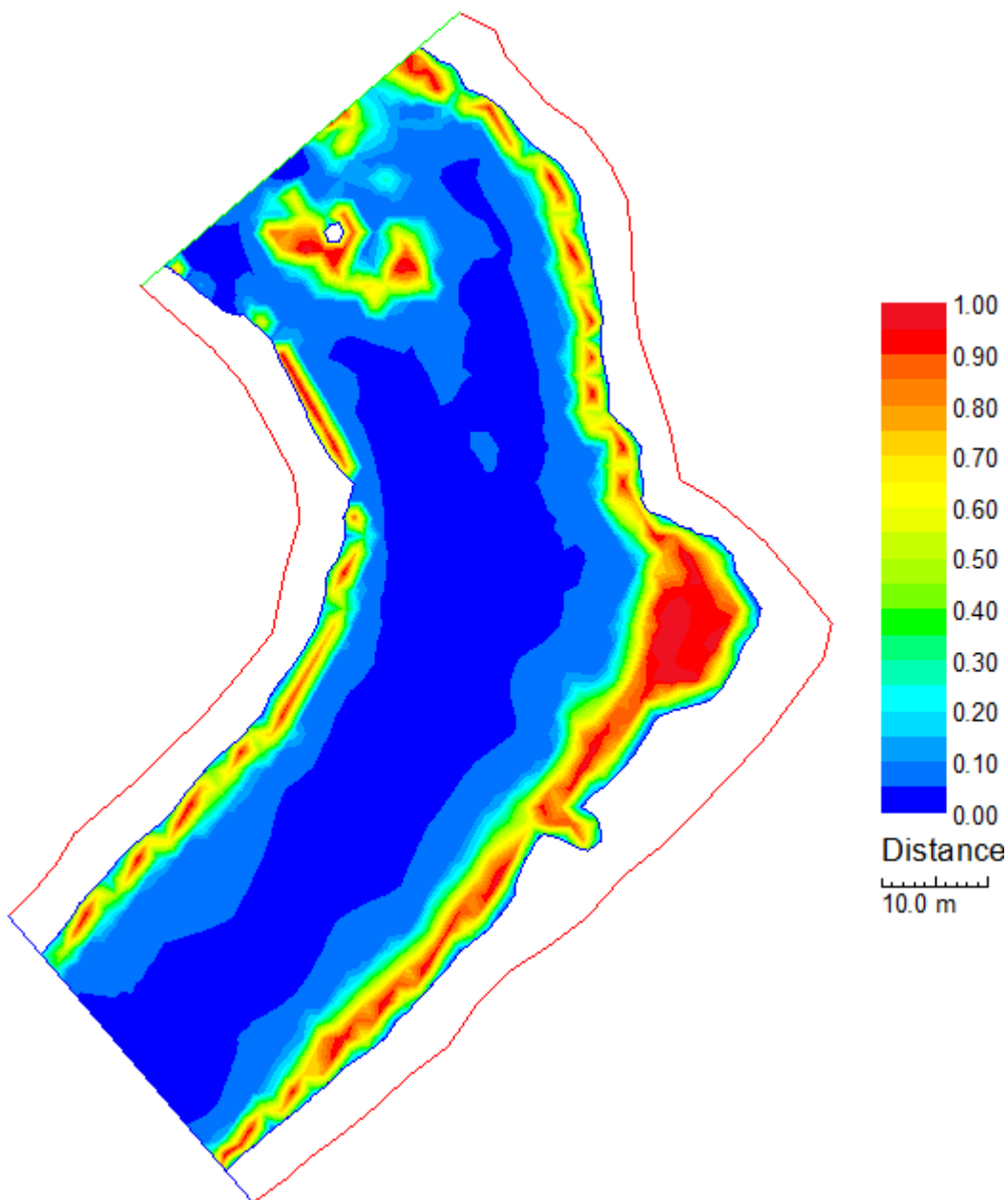
Virrannopeus (cm/s)	Pienet lohet < 10 cm	Isot lohet > 10 cm
	pref	pref
5	0,51	0,67
15	0,81	0,89
25	1	0,97
35	0,96	1
45	0,91	0,98
55	0,82	0,89
65	0,73	0,81
75	0,56	0,69
85	0,44	0,47
95	0,32	0,30
105	0,17	0,20

Kivi	Pienet lohet < 10 cm	Isot lohet > 10 cm
	pref	pref
<5	0,26	0,18
5	0,86	0,62
6	1	0,77
7	0,95	0,90
8	0,75	1
9	0,52	0,93
10	0,25	0,66

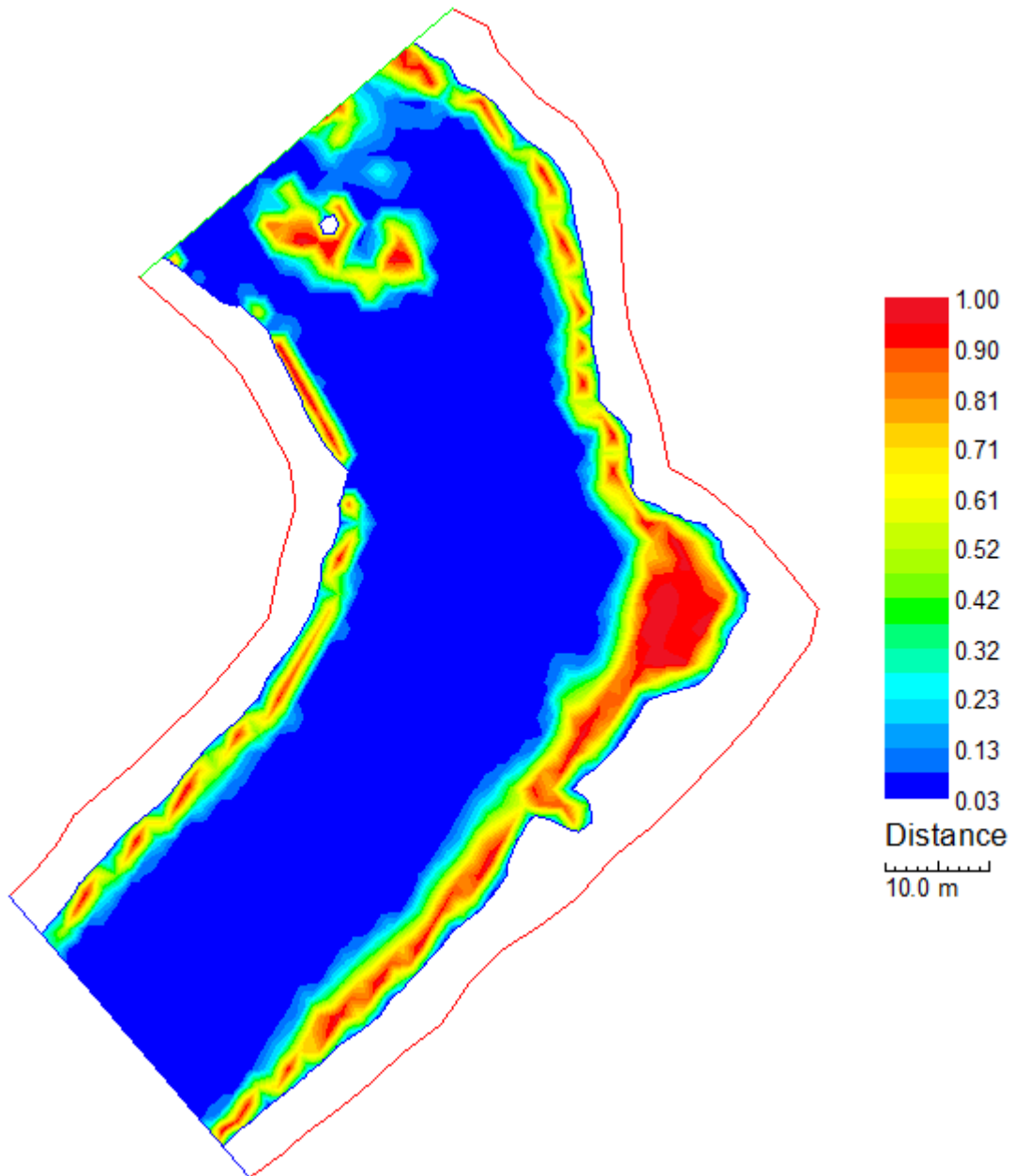
Kivikoot on modifioitu Wentforthin asteikosta, jossa kivien halkaisijat ovat 5: 32-64 mm; 6: 64-128 mm; 7: 128-256 mm; 8: 256-512 mm; 9: 512-1024 mm; 10: yli 1024 mm.

Liite 2. Mustionjoen habitaattimallinnuksen syvyyden, virran- nopeuden ja pohjanlaadun soveltuvuusindeksit pienellä ja suurella virtaamalla kohteittain.

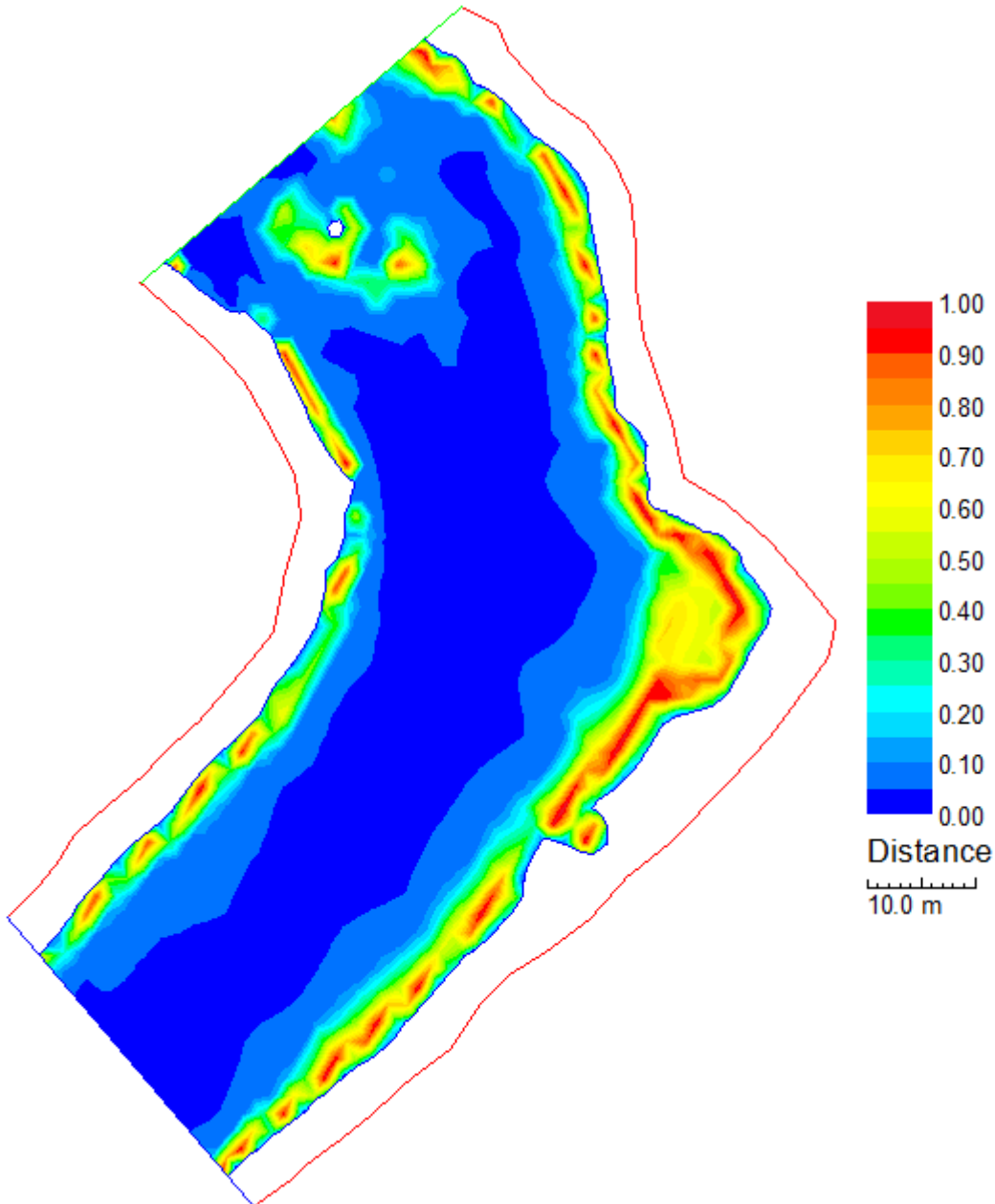
Svartå brukin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$).



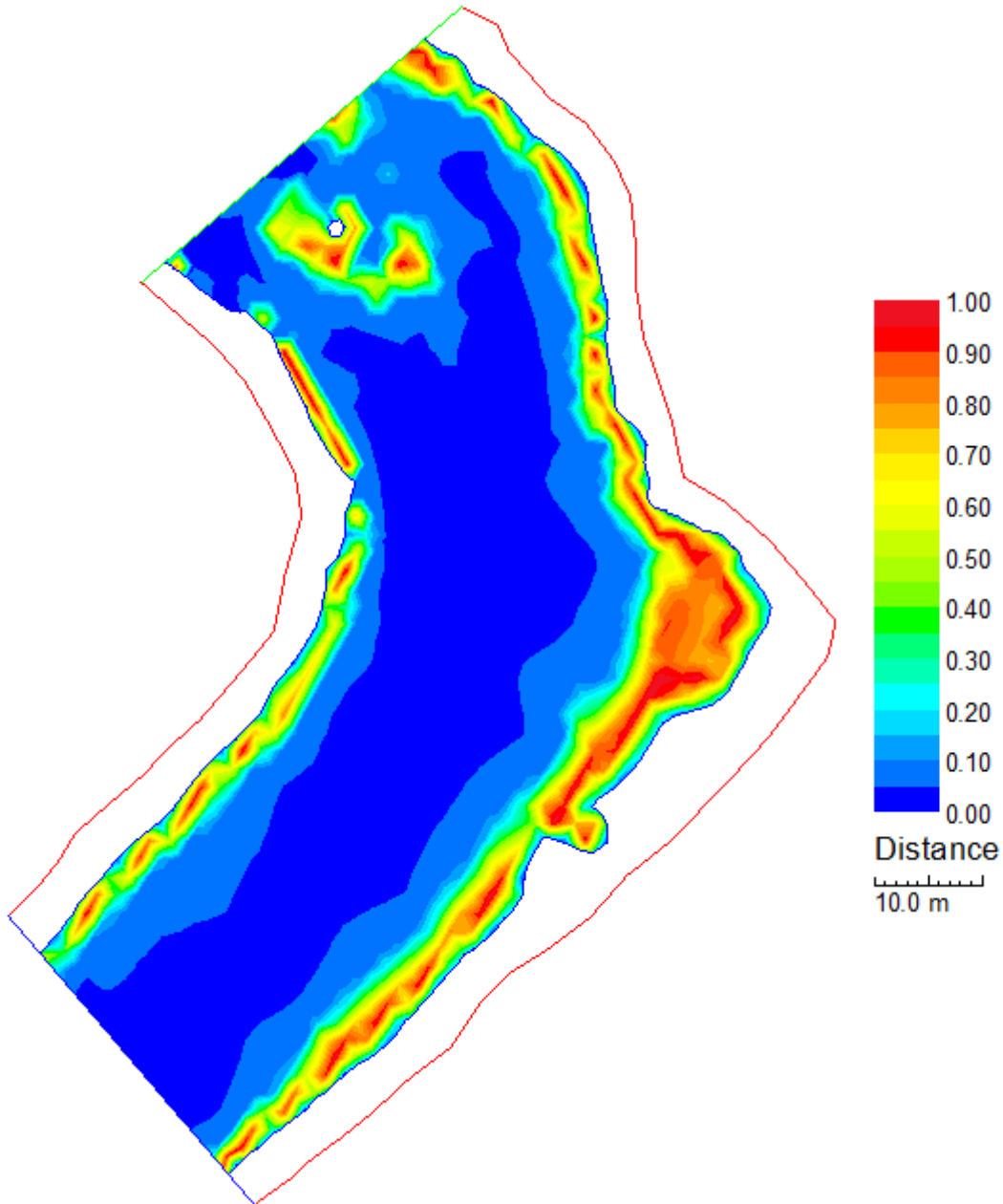
Svartå brukin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$).



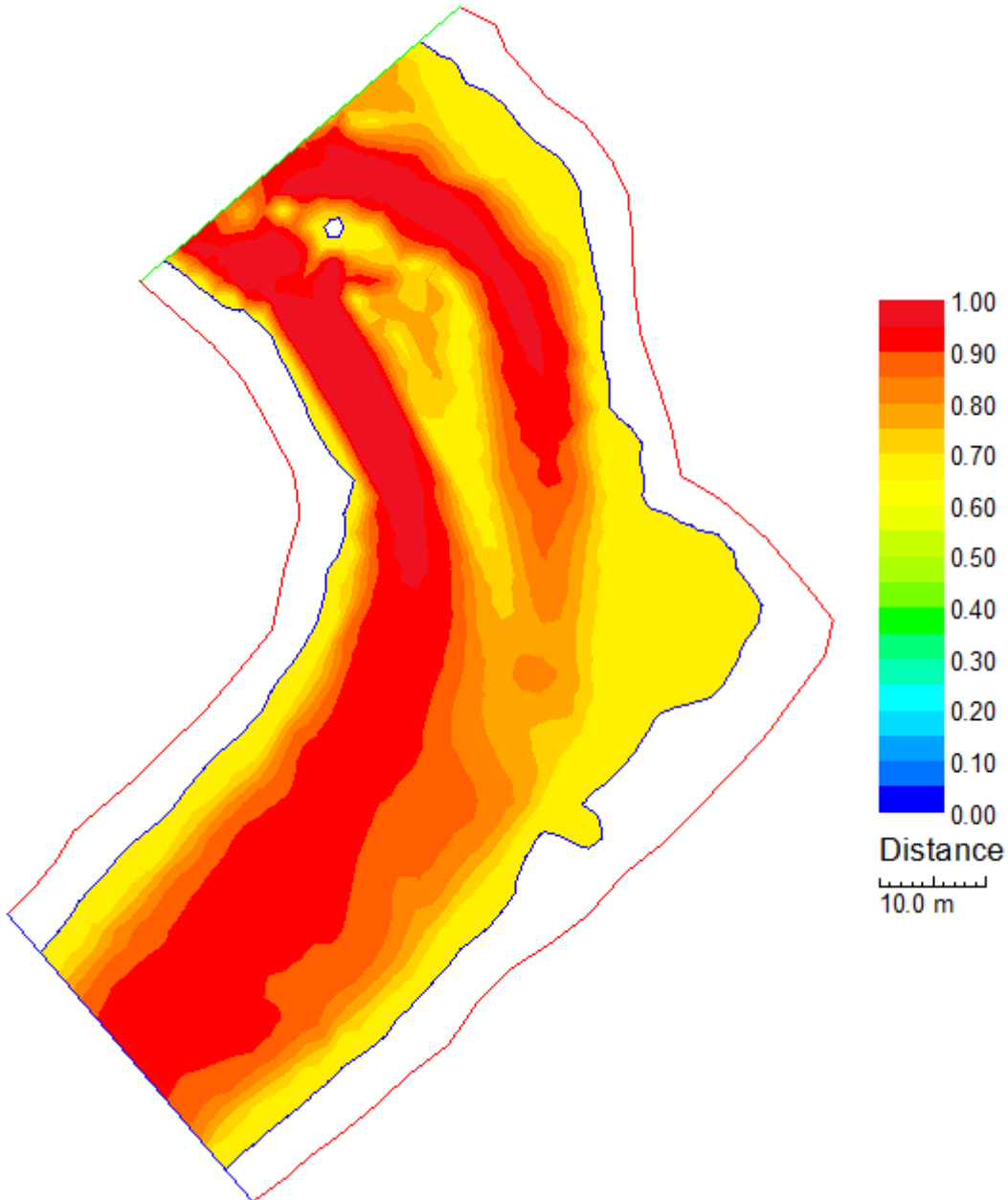
Svartå brukin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 19 \text{ m}^3/\text{s}$).



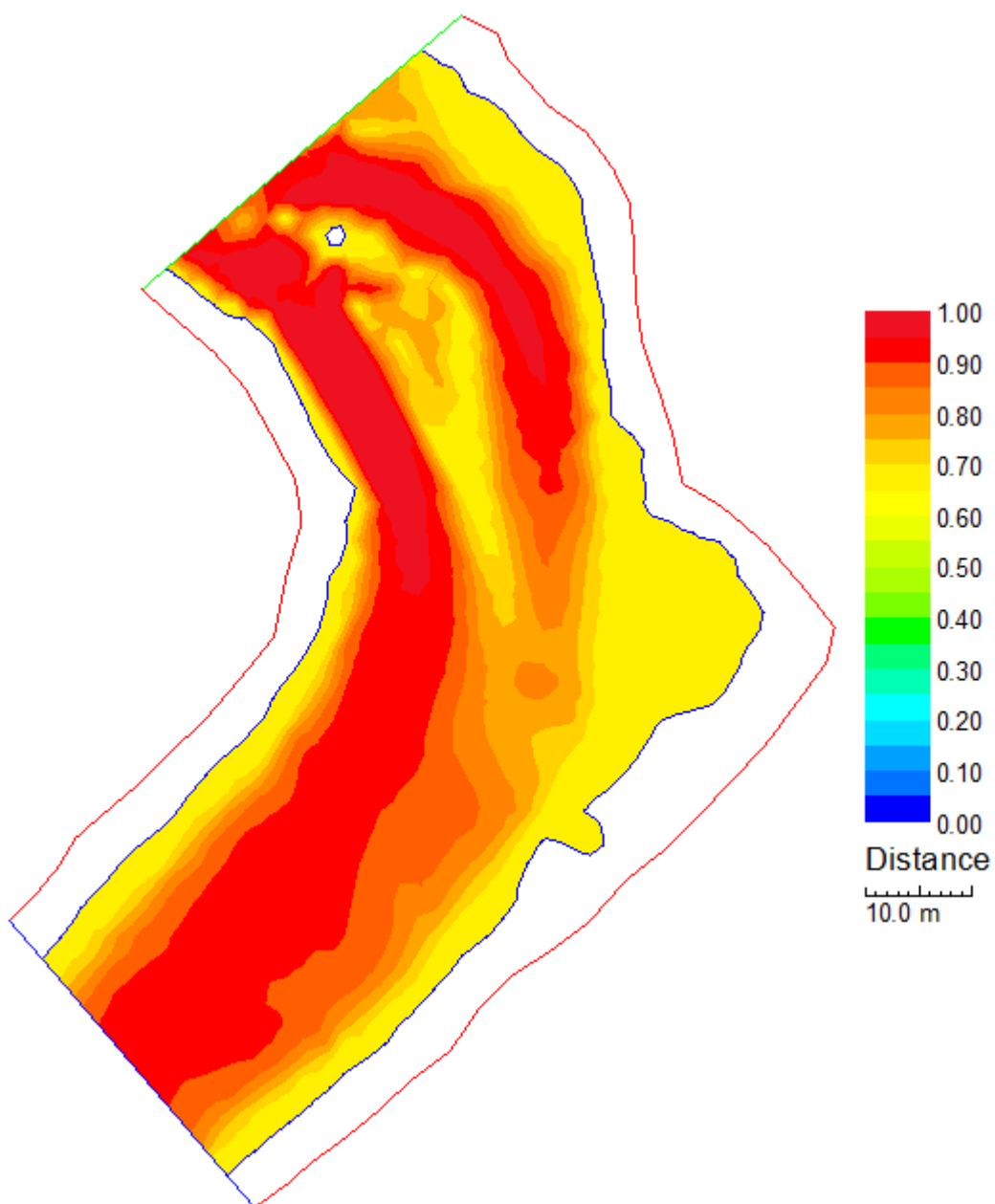
Svartå brukin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 19 \text{ m}^3/\text{s}$).



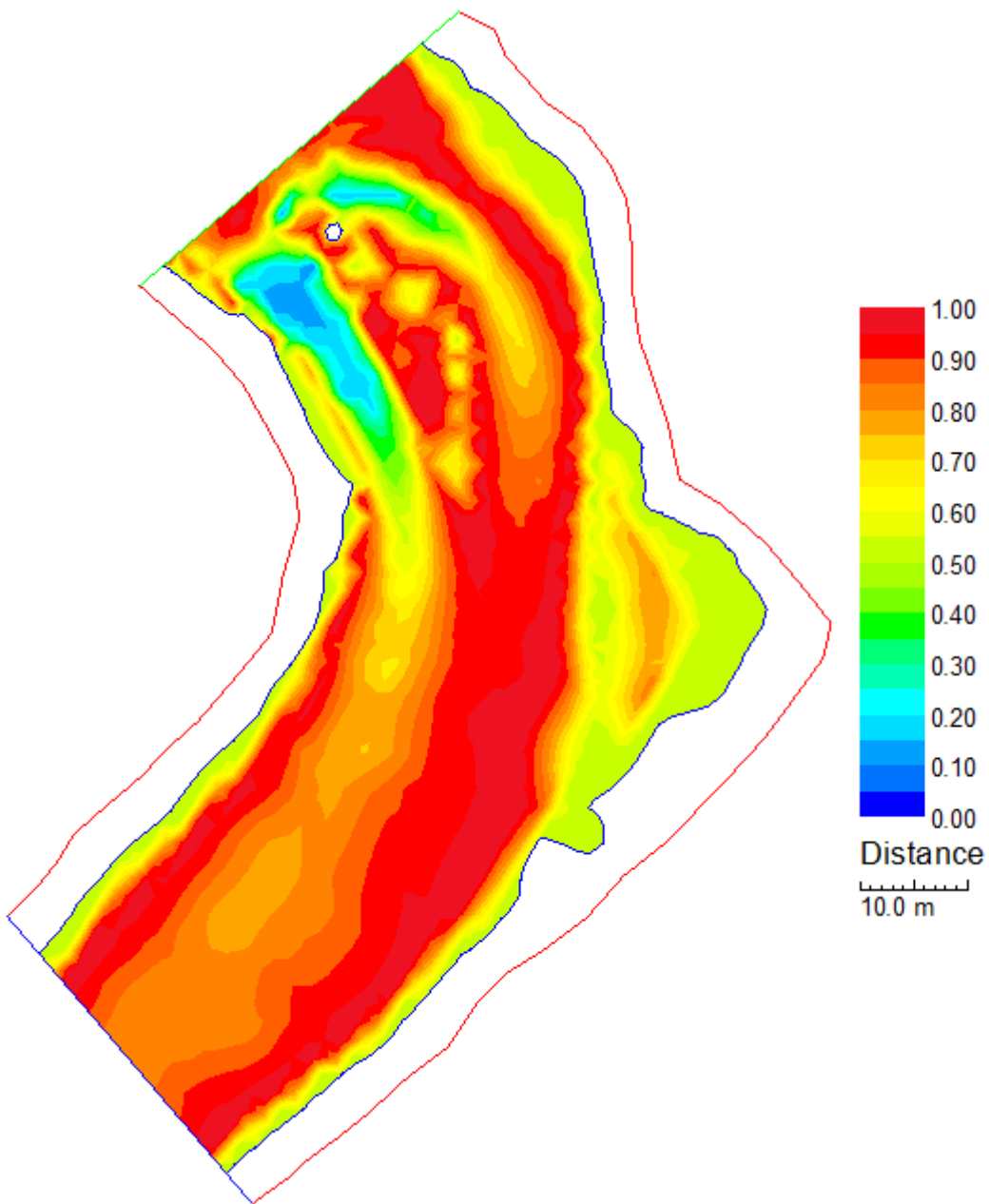
Svartå brukin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$).



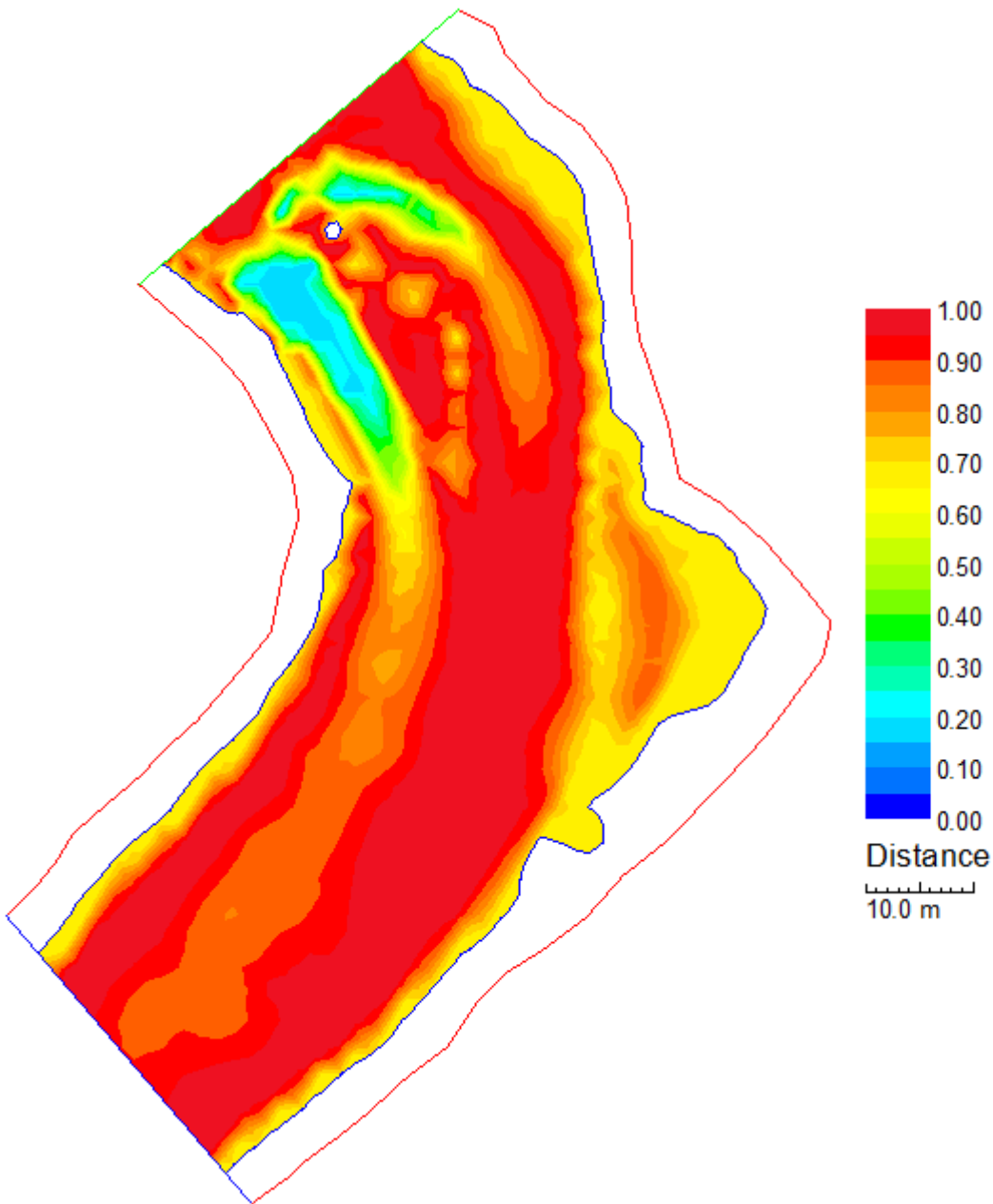
Svartå brukin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$).



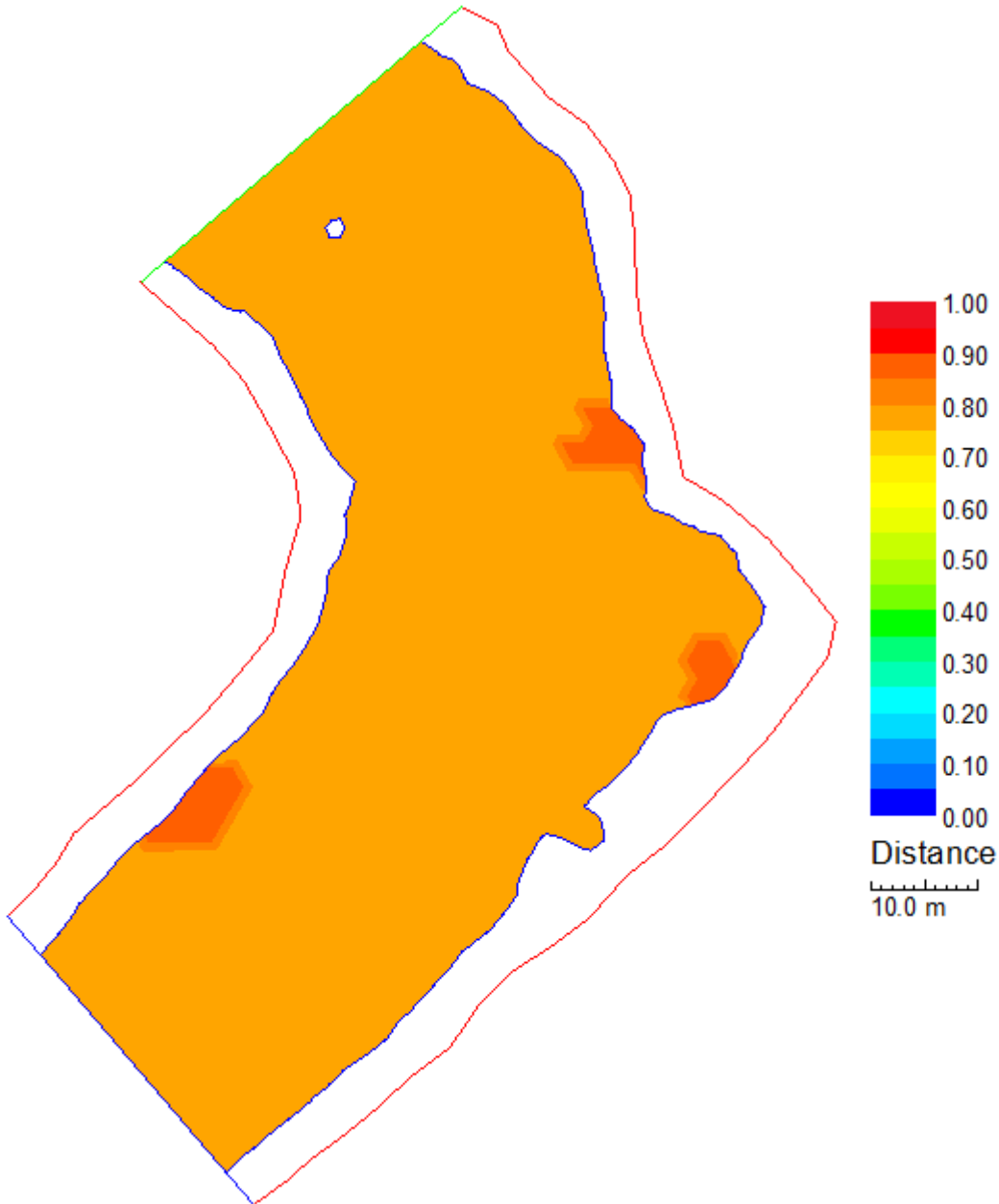
Svartå brukin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 17 \text{ m}^3/\text{s}$).



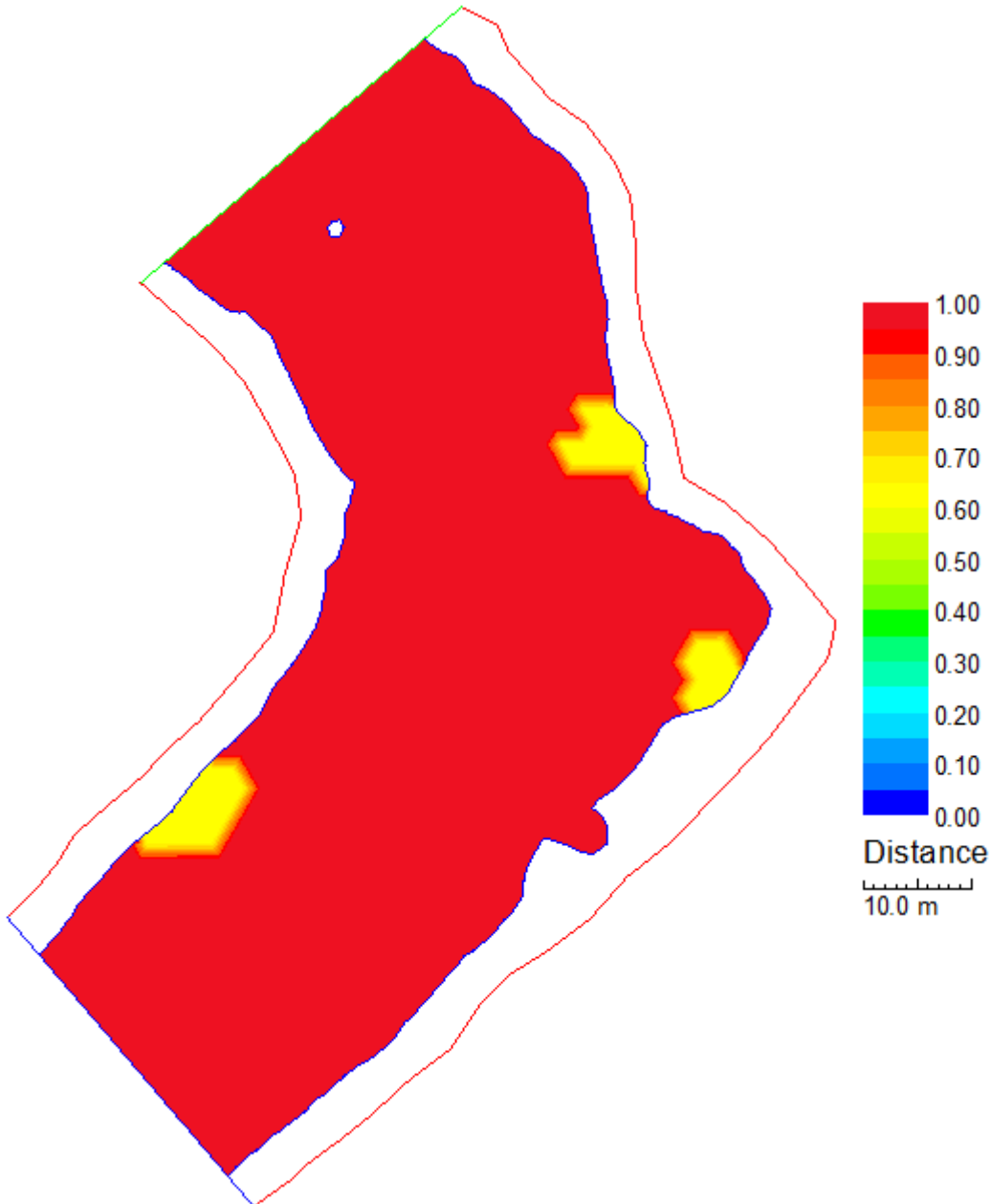
Svartå brukin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 17 \text{ m}^3/\text{s}$).



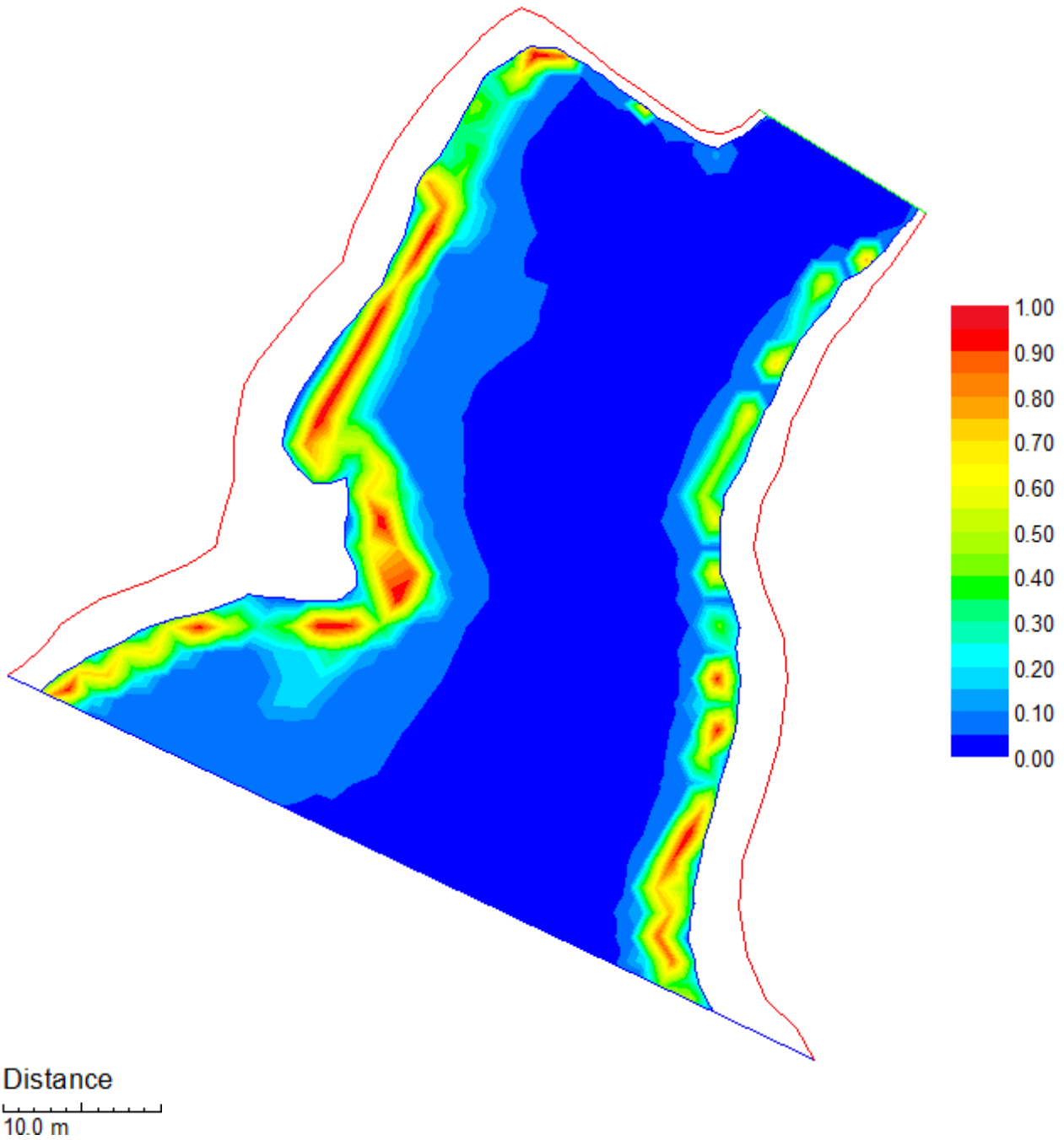
Svartå brukin mallinnusalueen pohjanlaadun soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle.



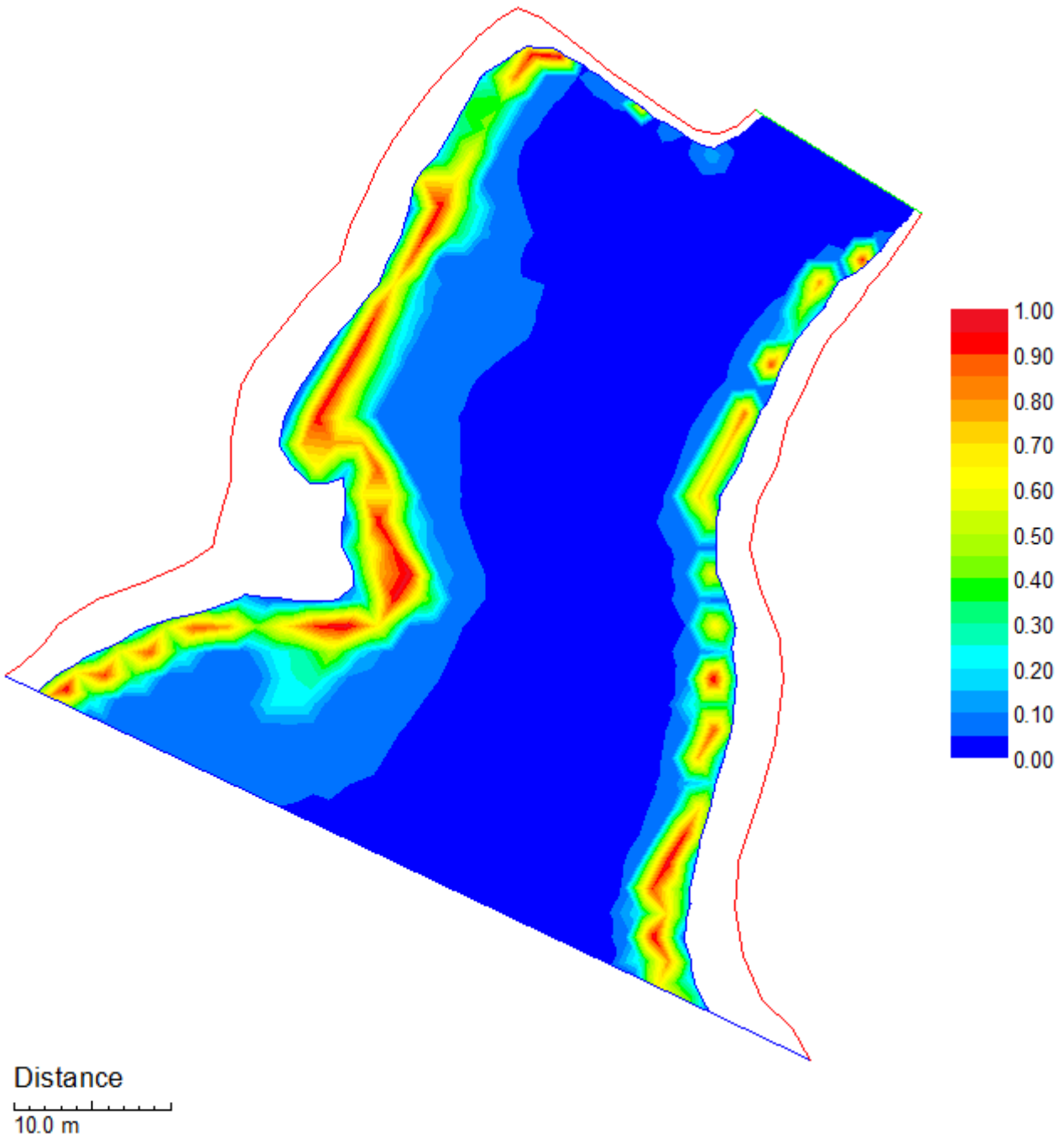
Svartå brukin mallinnusalueen pohjanlaadun soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle.



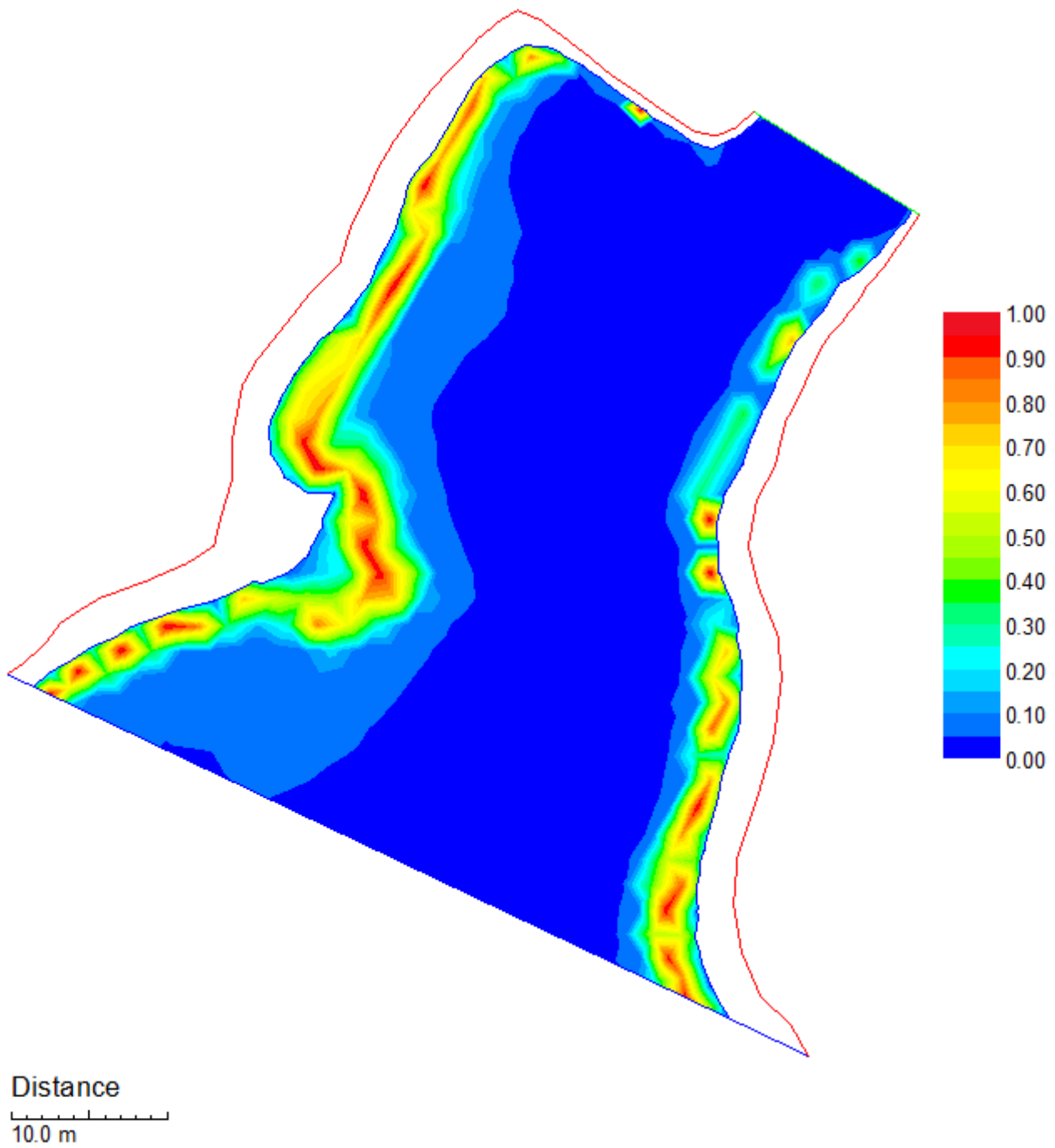
Peltokosken mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$).



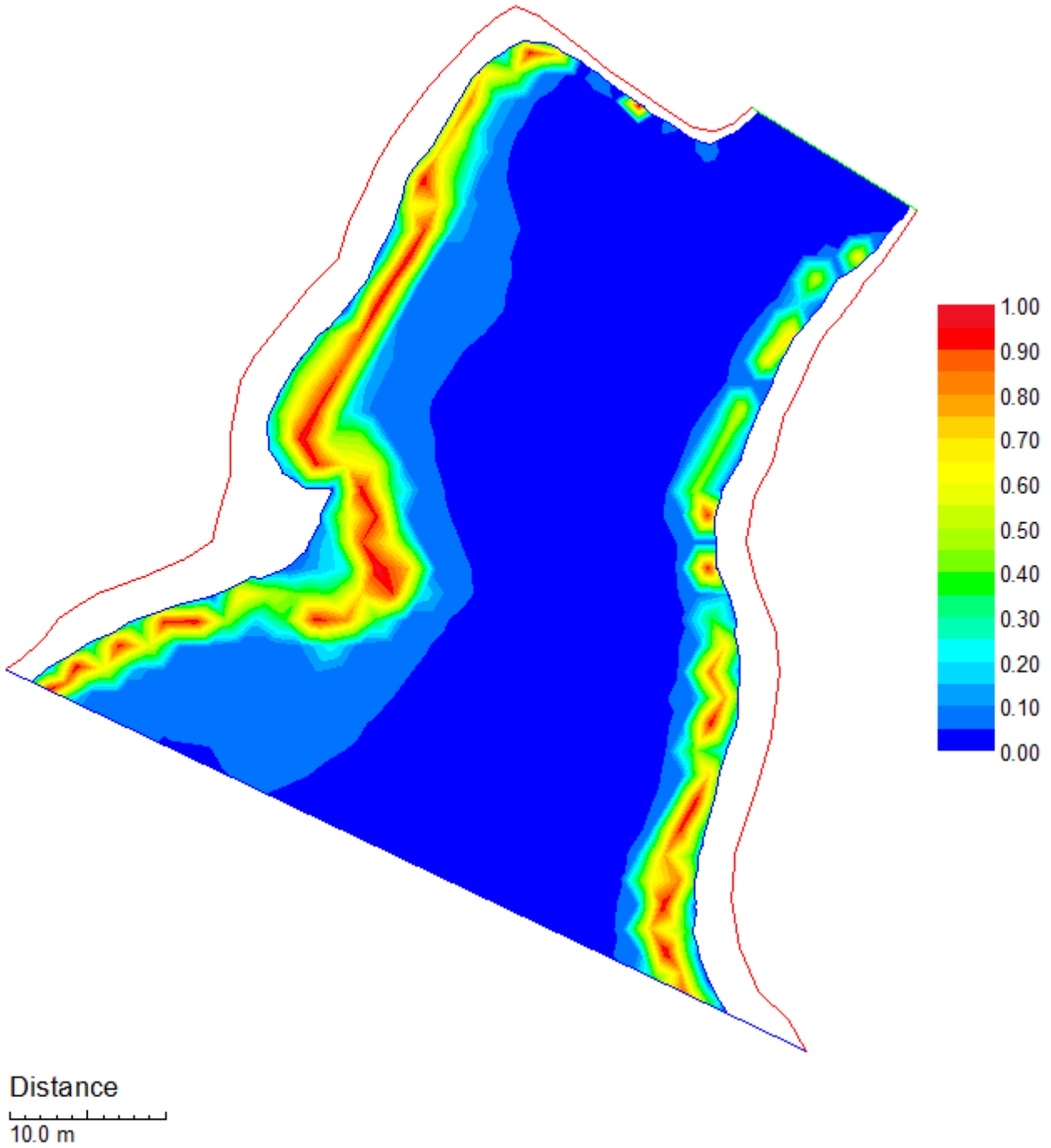
Peltokosken mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$).



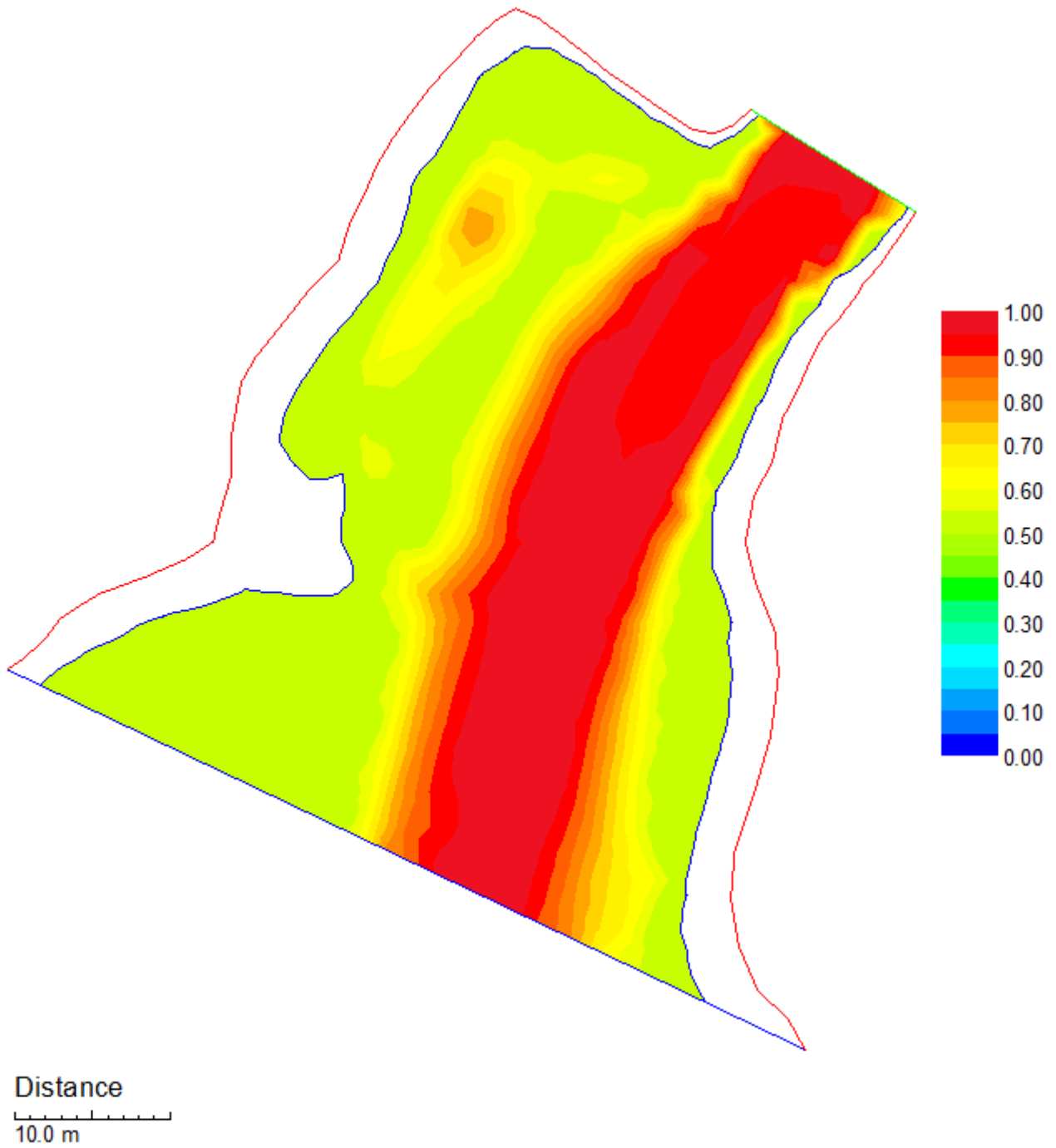
Peltokosken mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



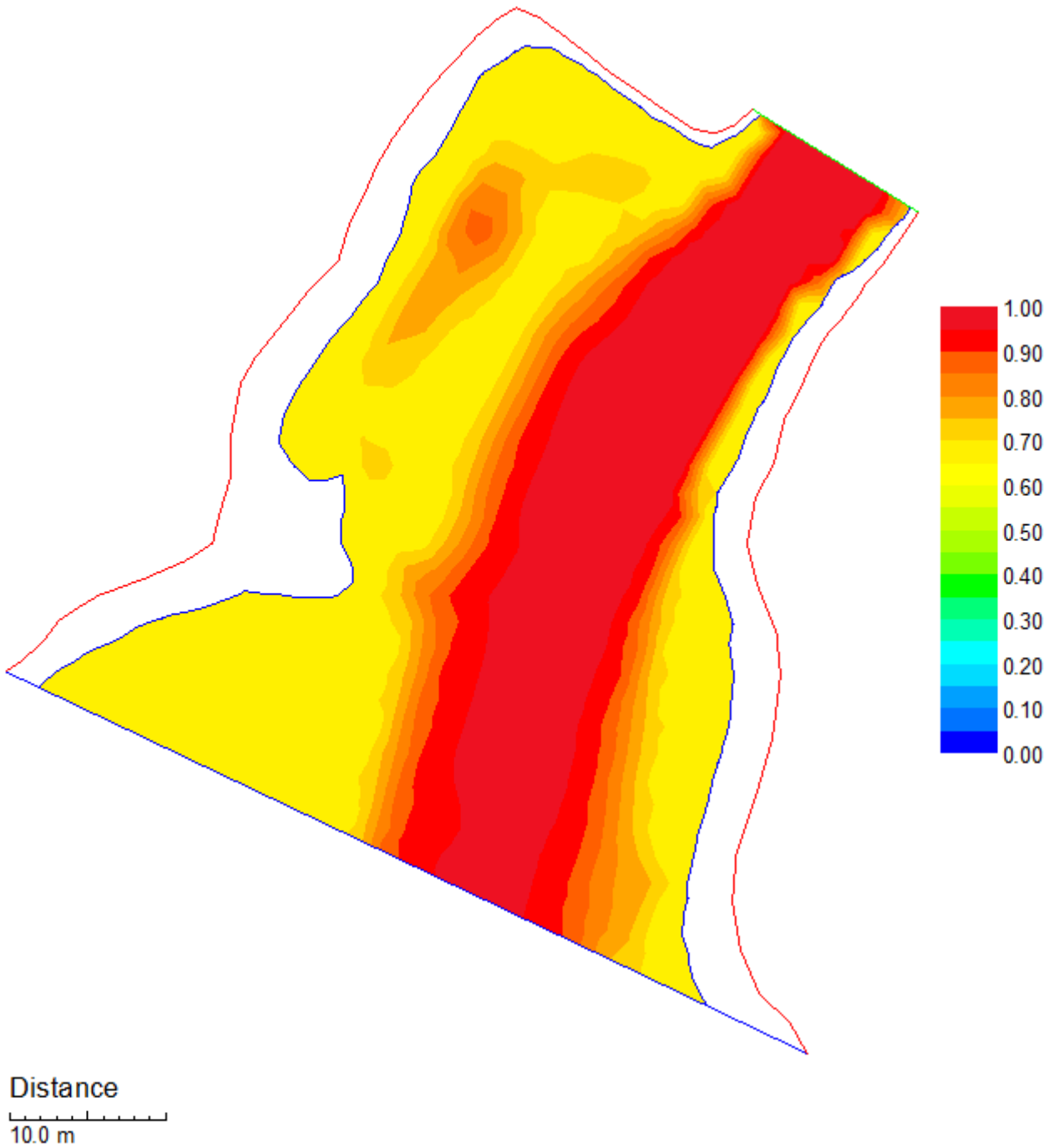
Peltokosken mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



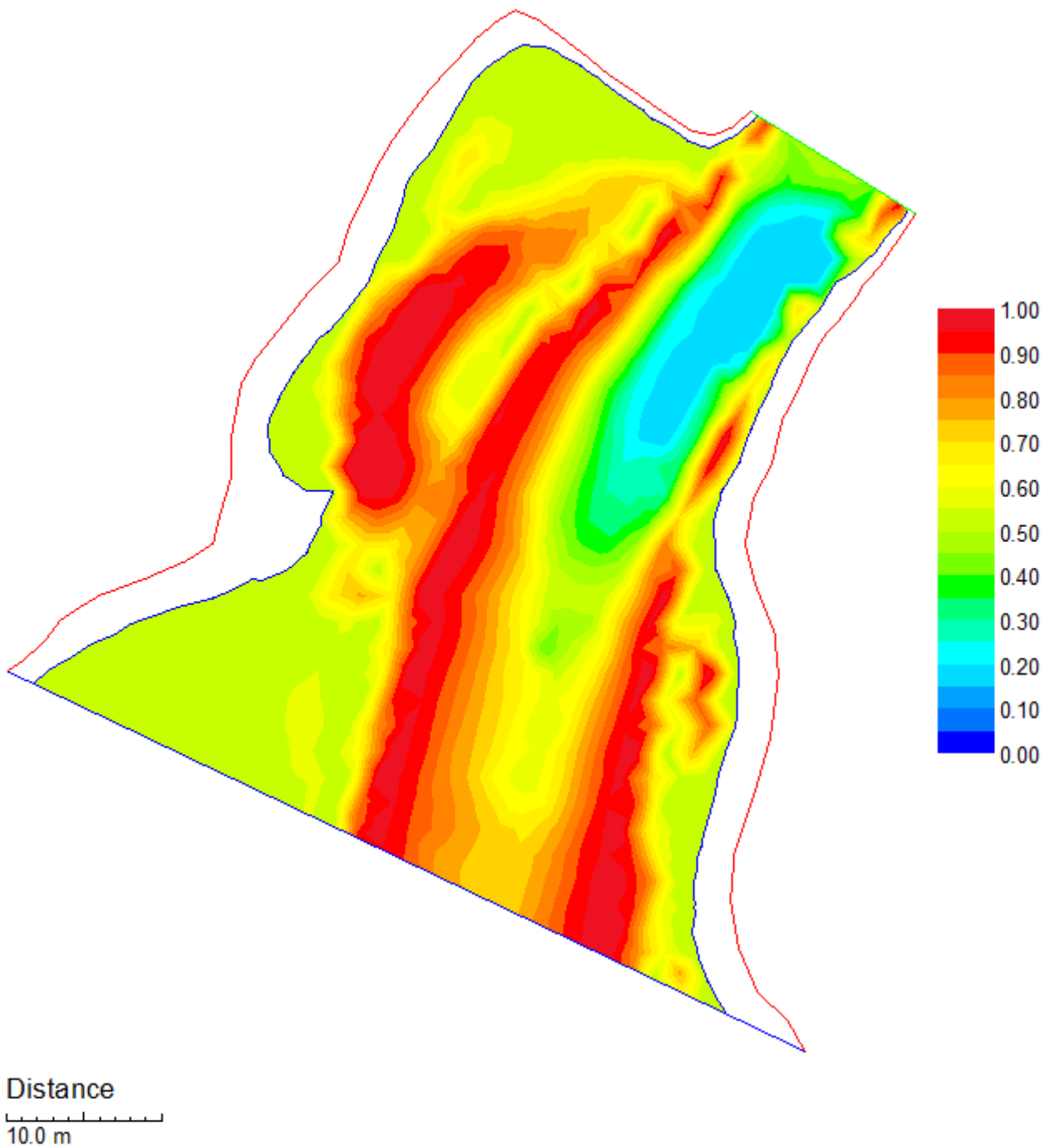
Peltokosken mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$).



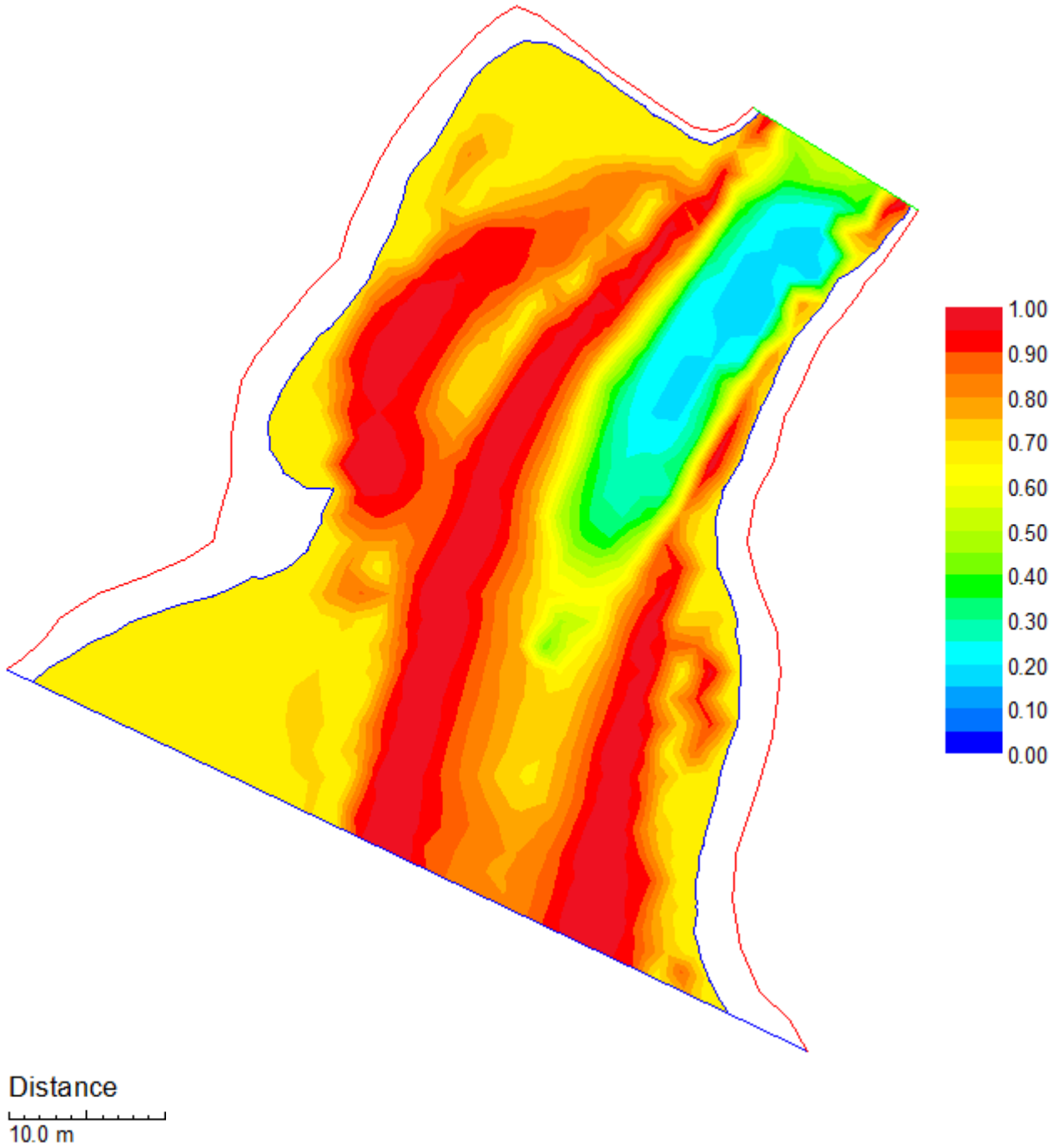
Peltokosken mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$).



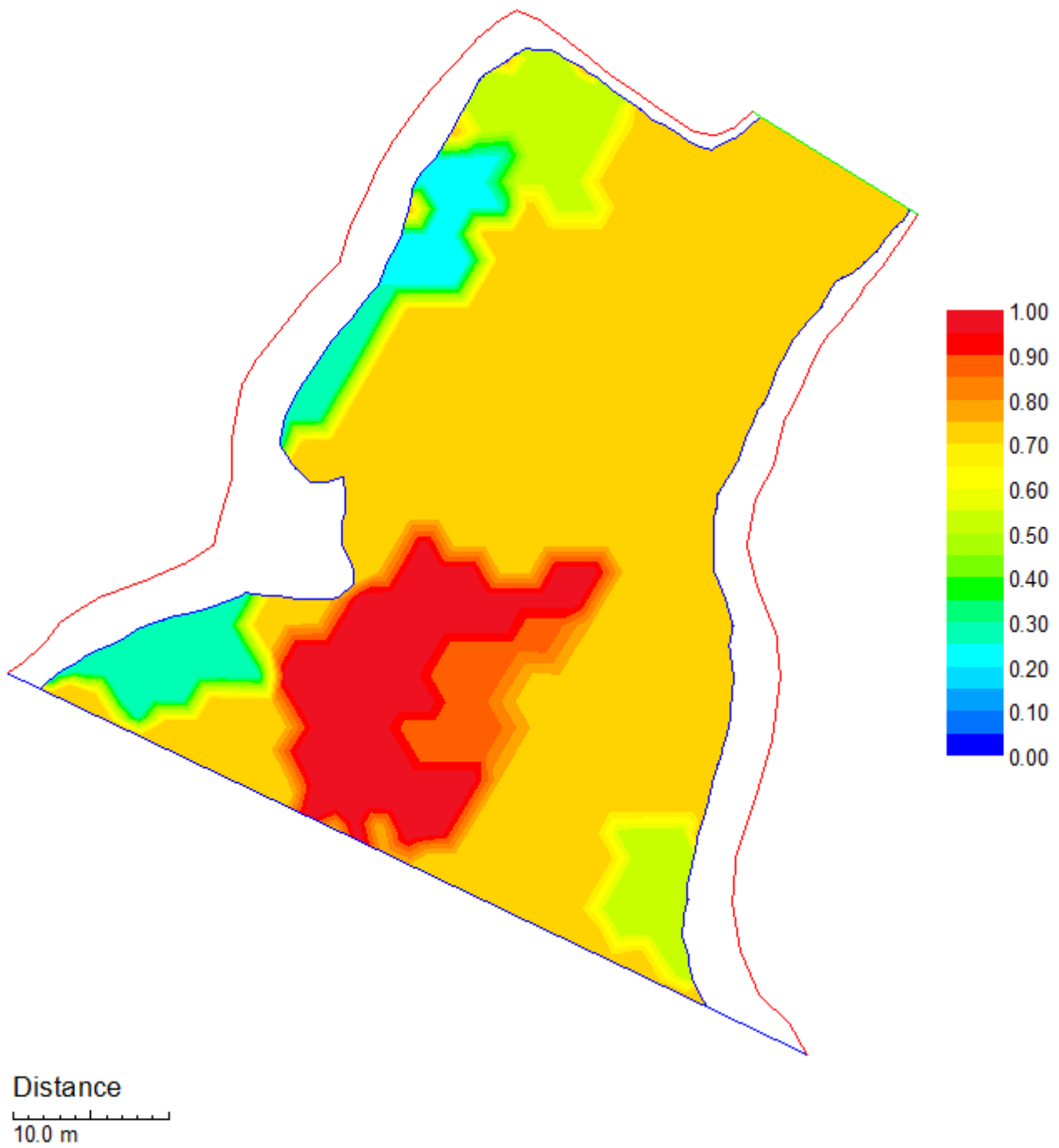
Peltokosken mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



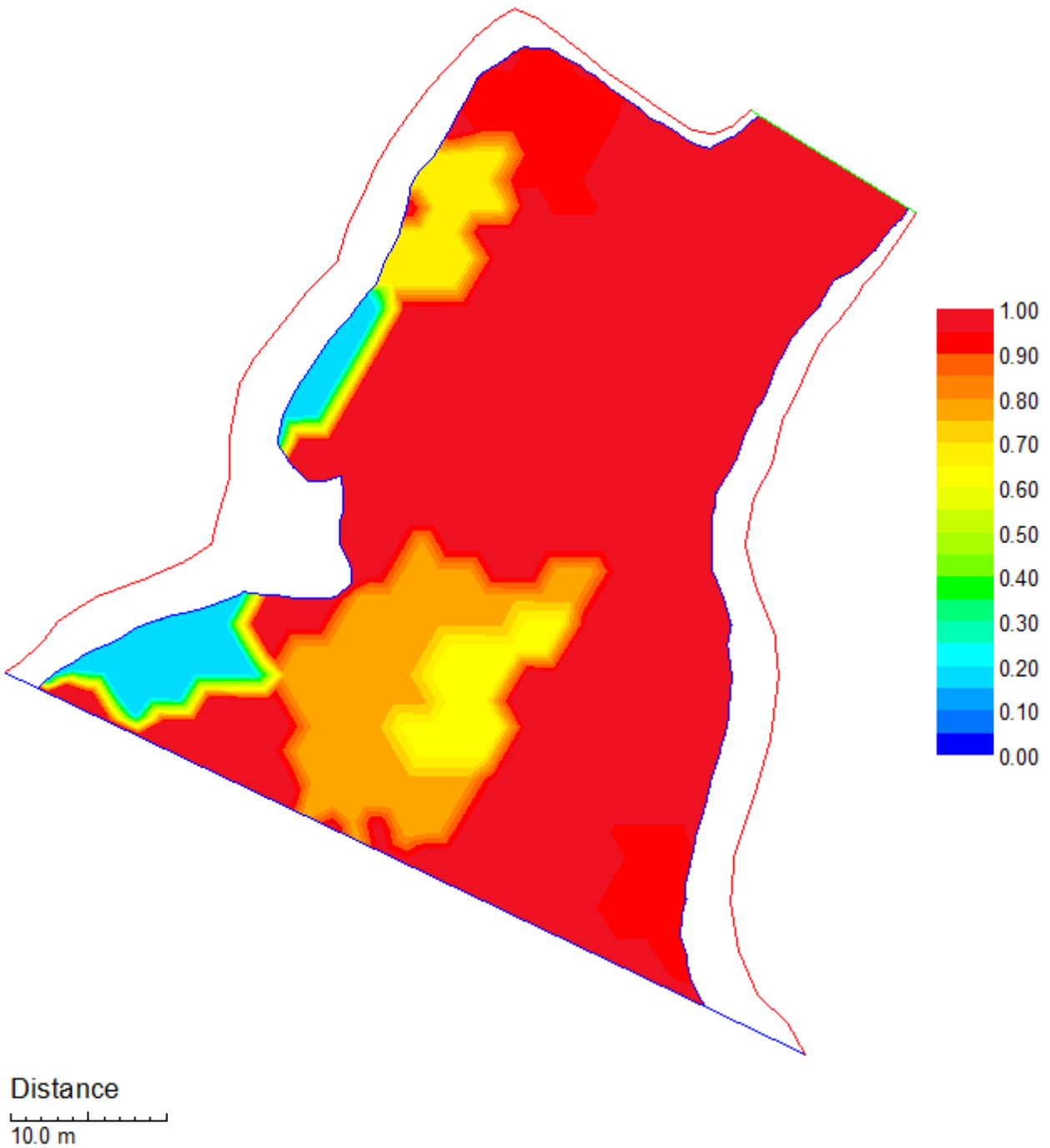
Peltokosken mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



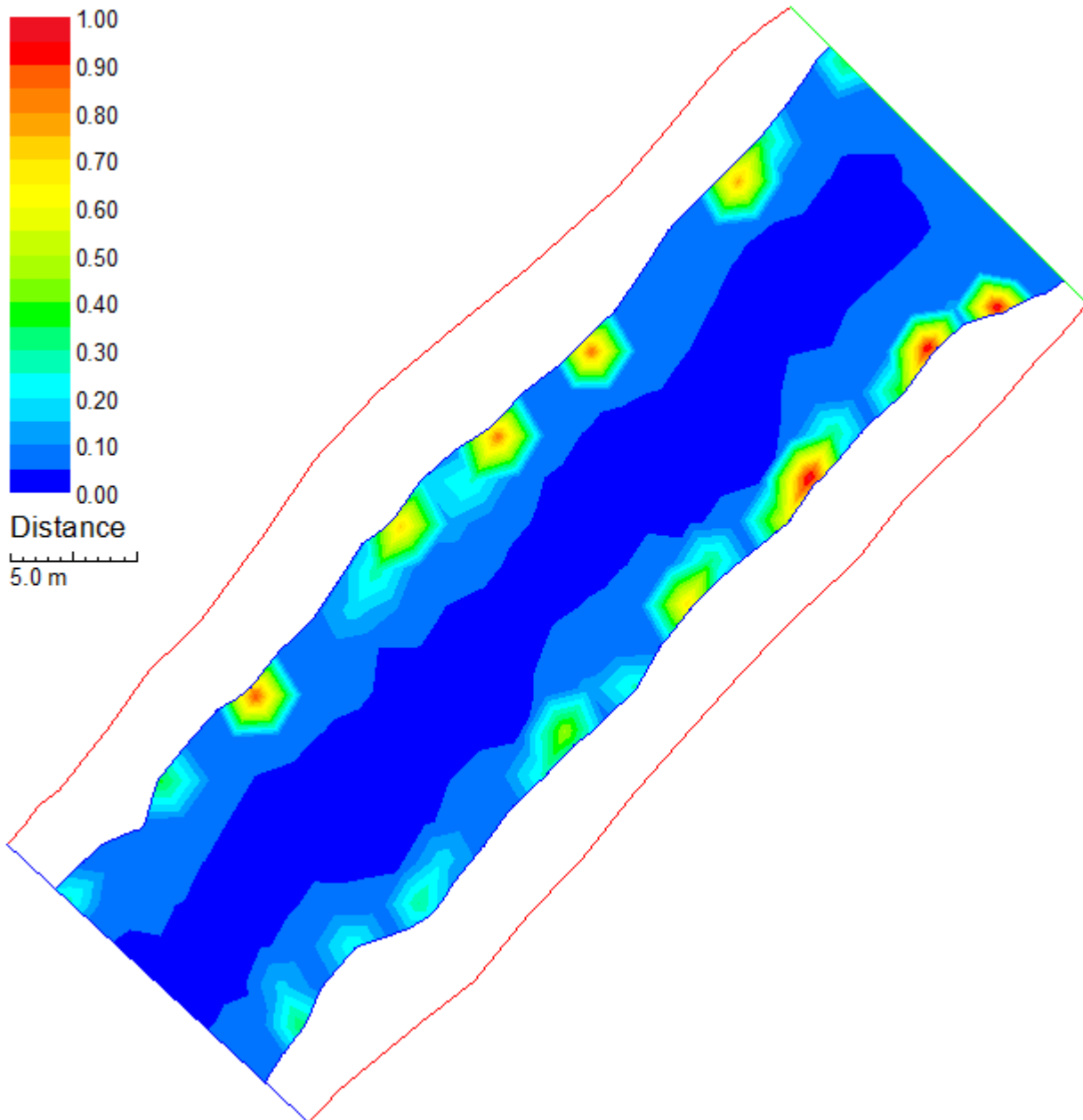
Peltokosken mallinnusalueen kivikoon soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle.



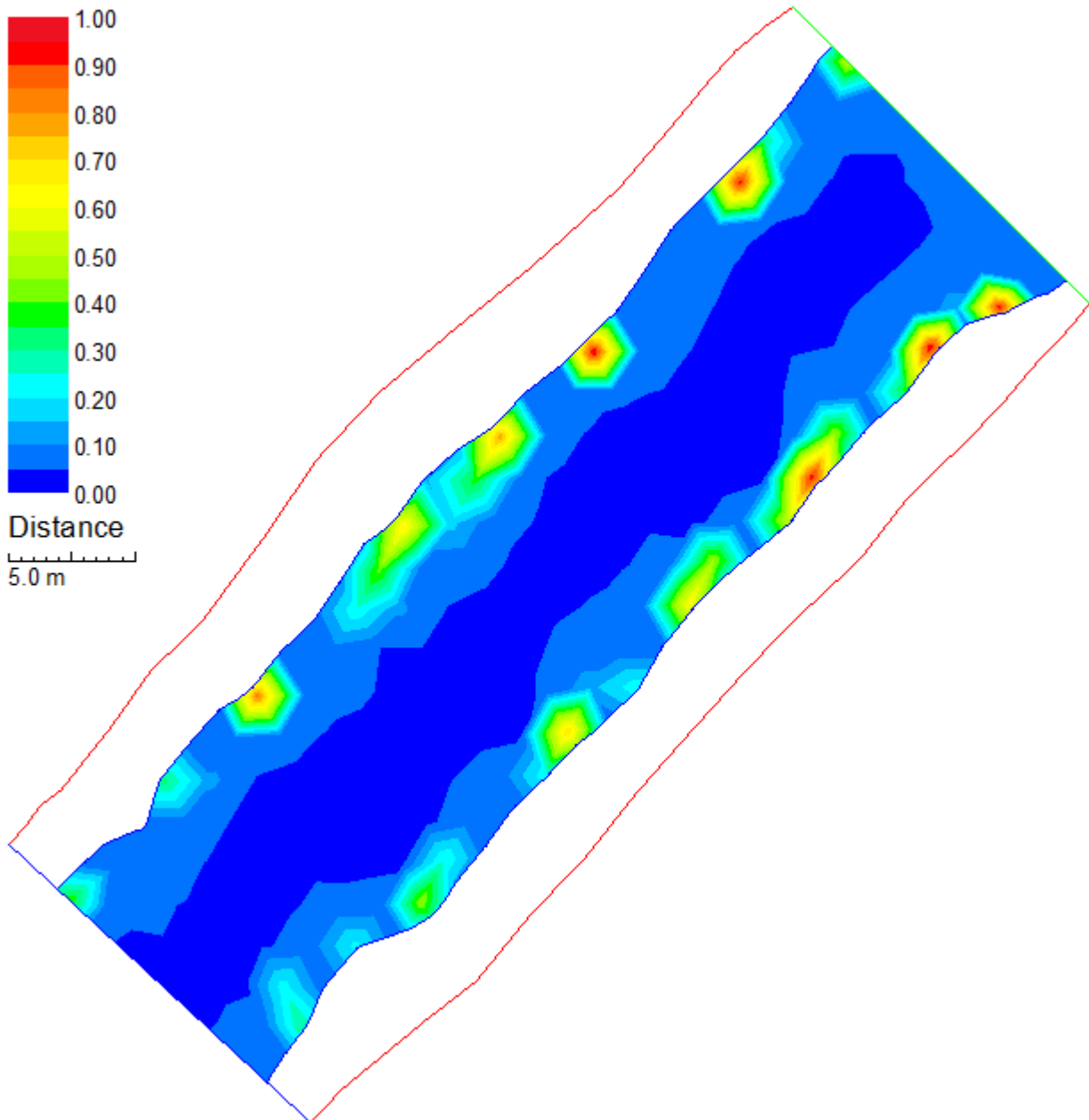
Peltokosken mallinnusalueen kivikoon soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle.



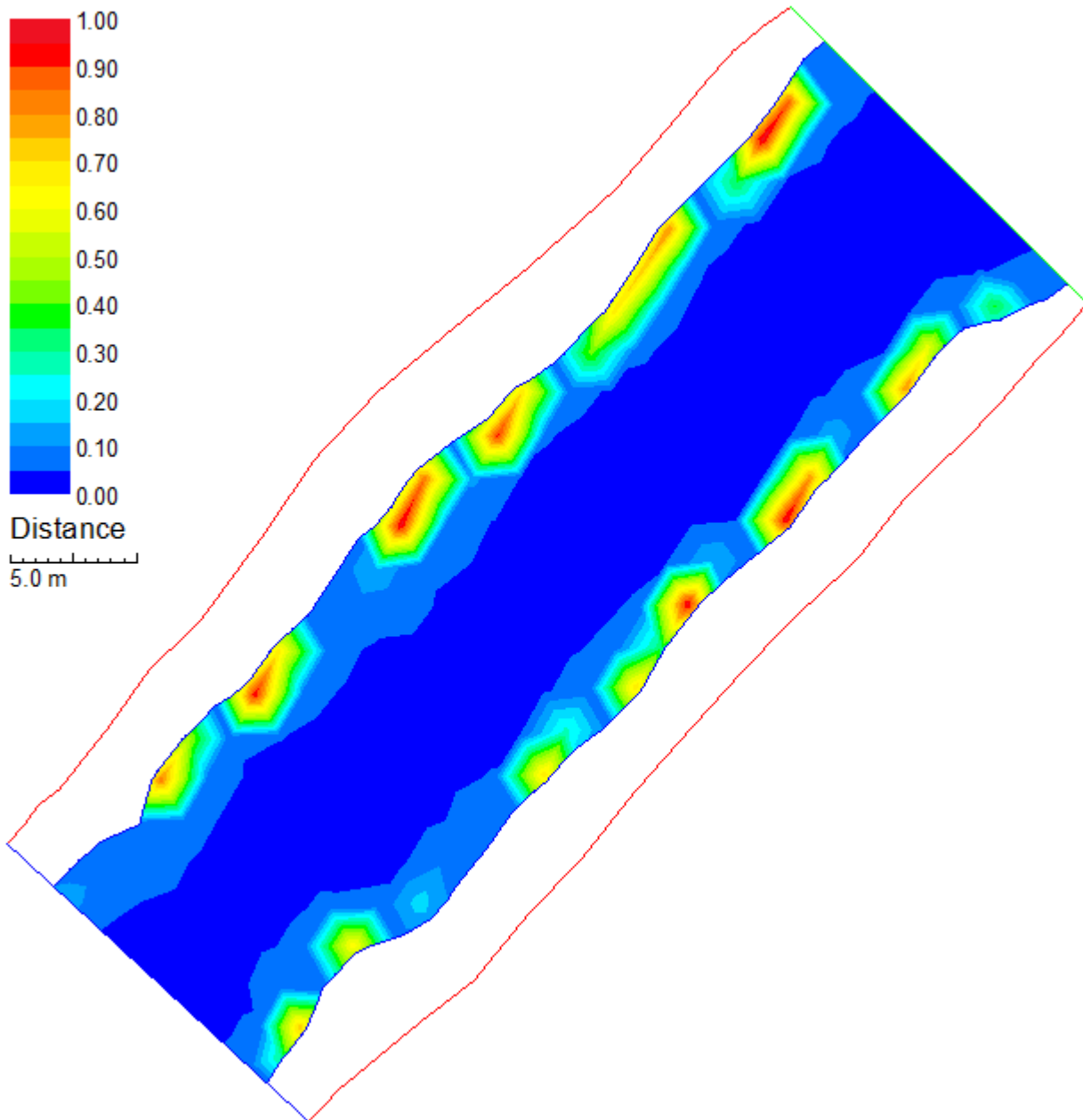
Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$).



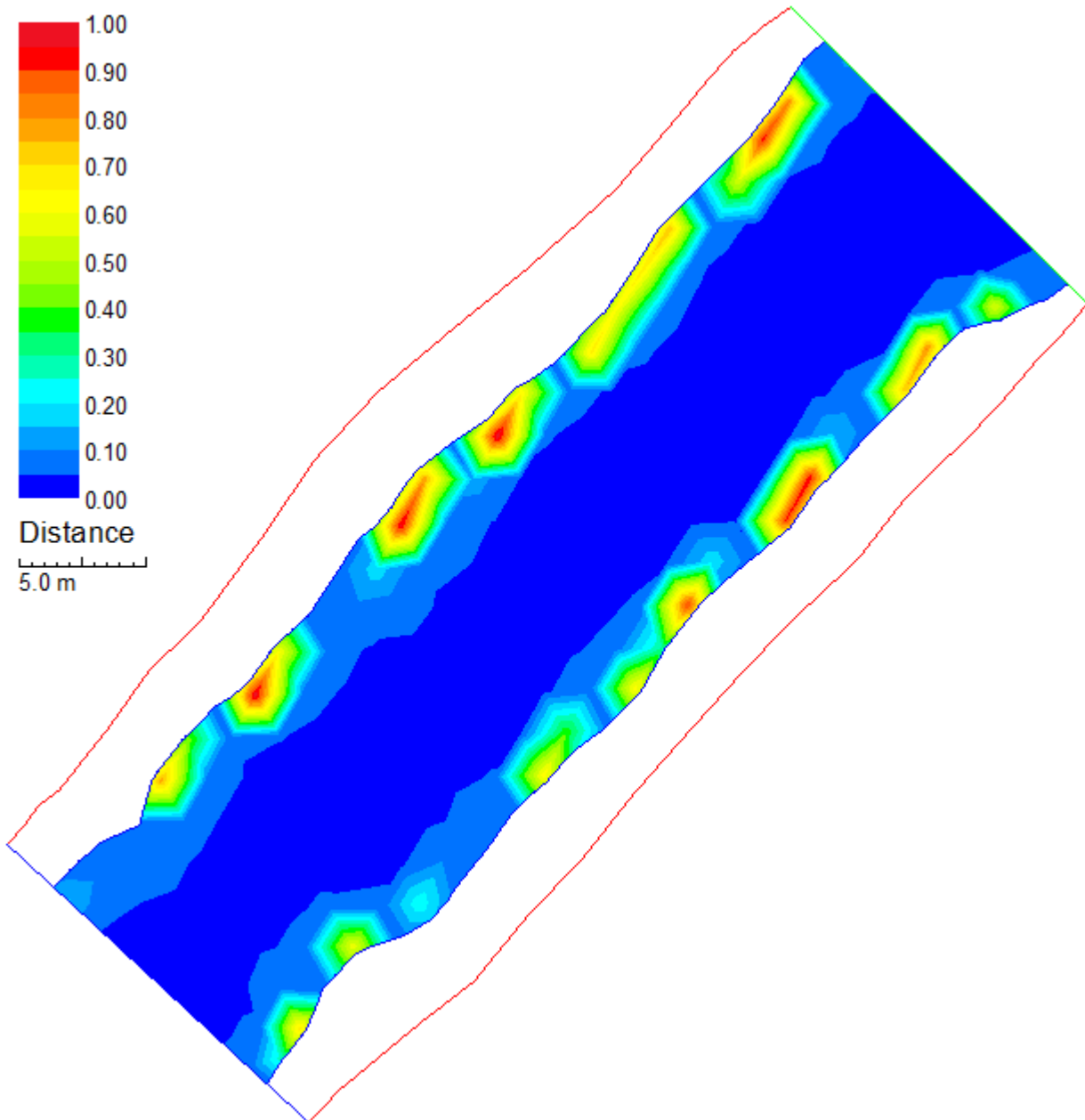
Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle (Q = 5 m³/s).



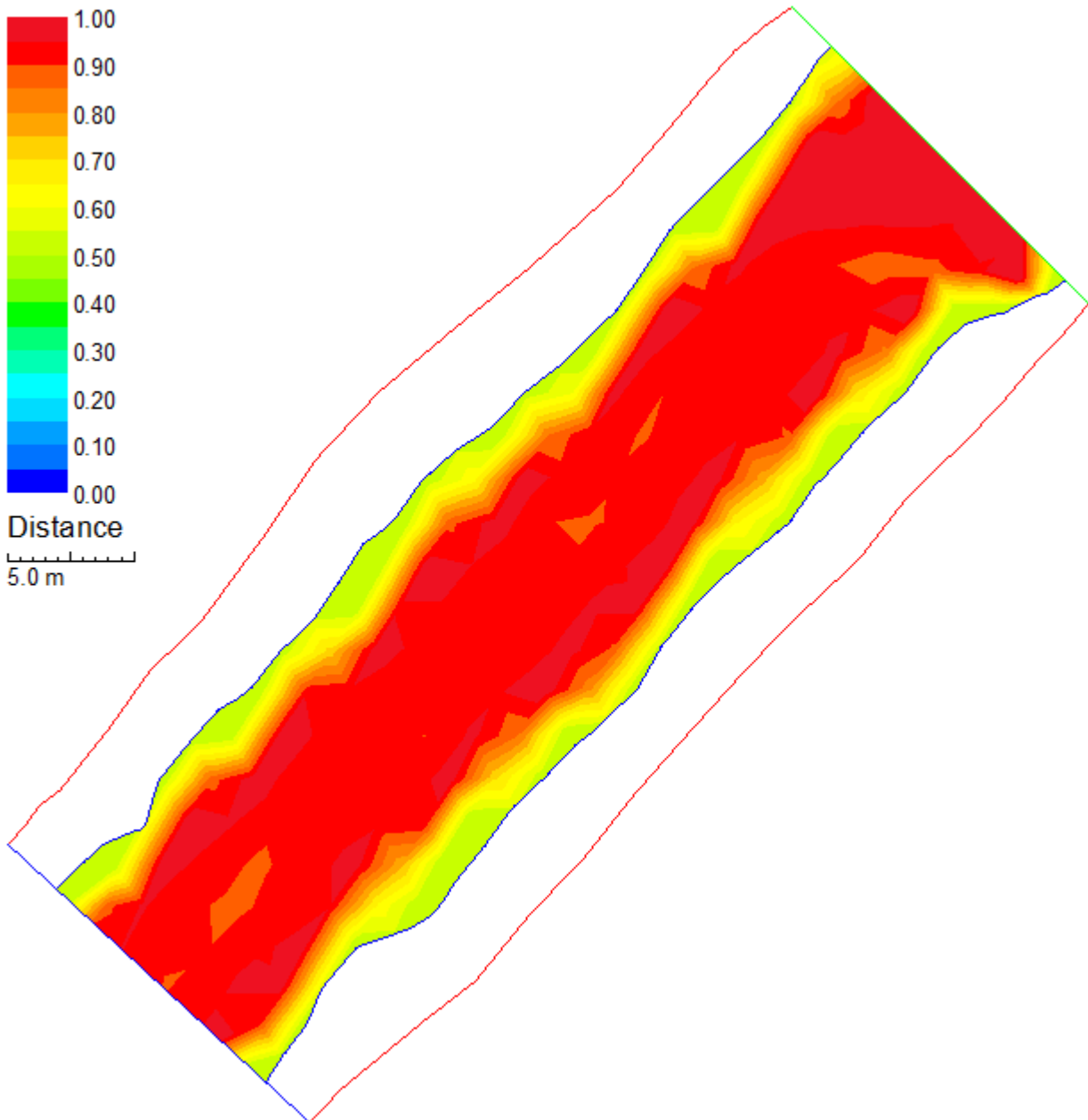
Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



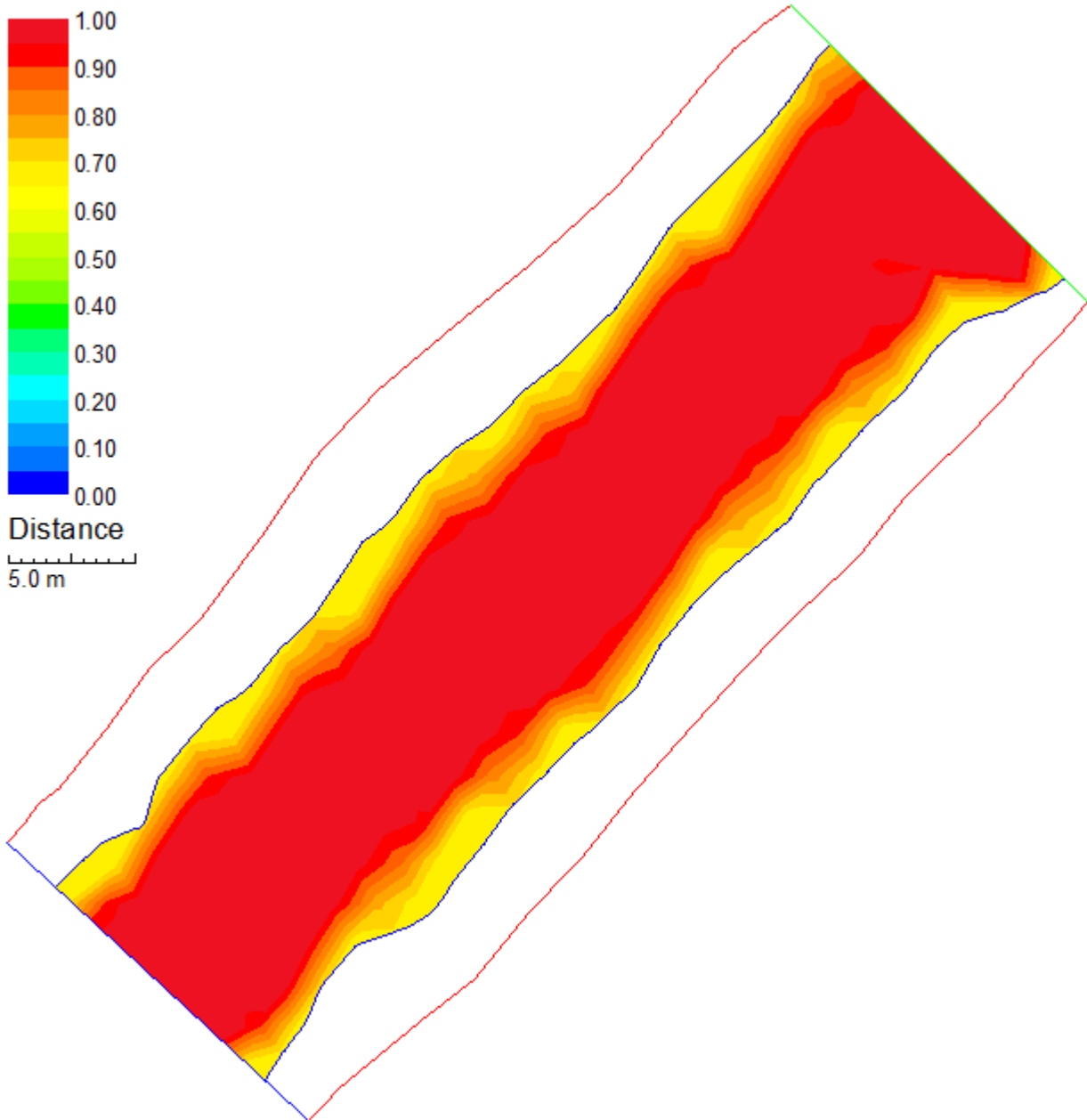
Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



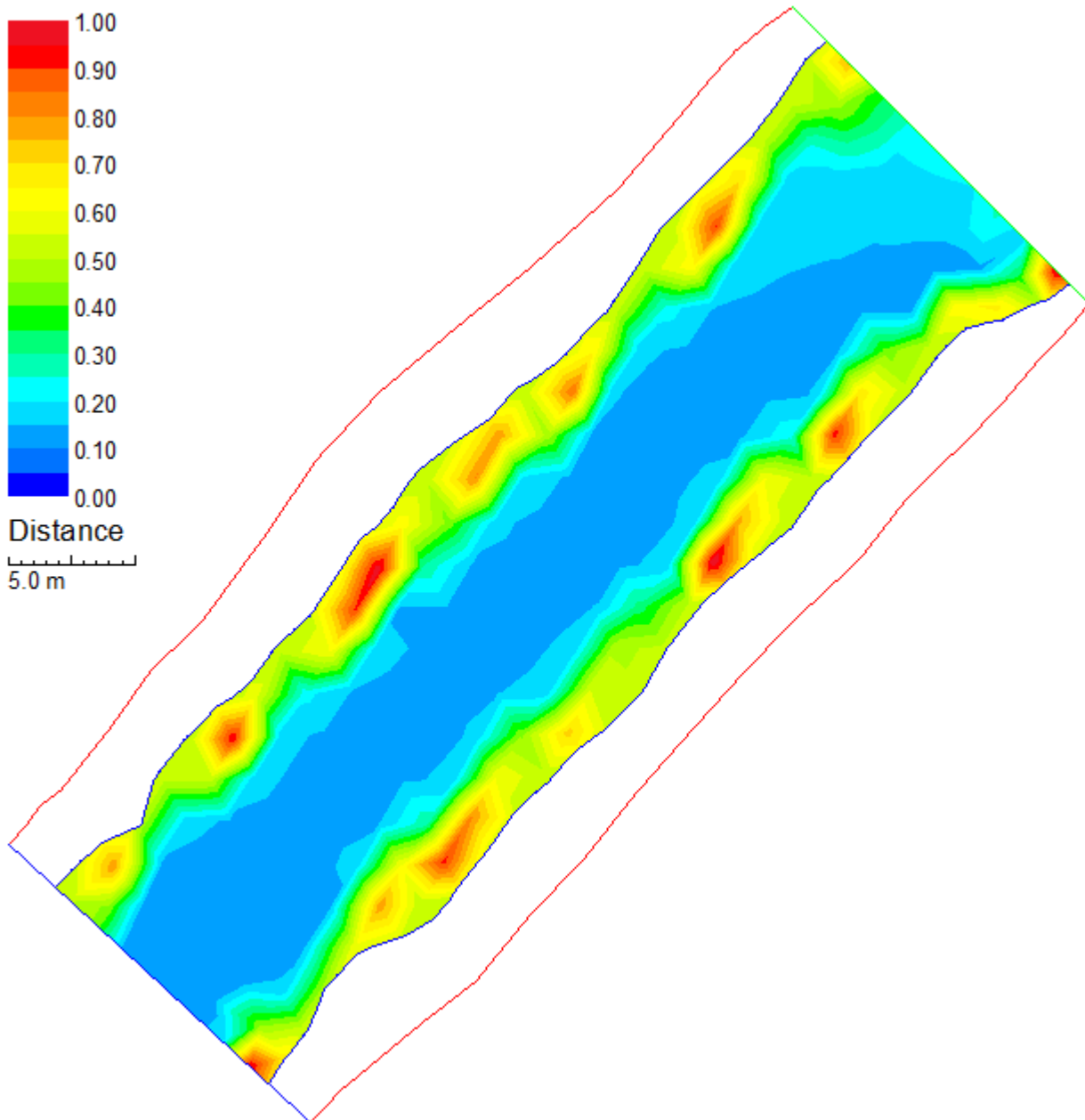
Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$).



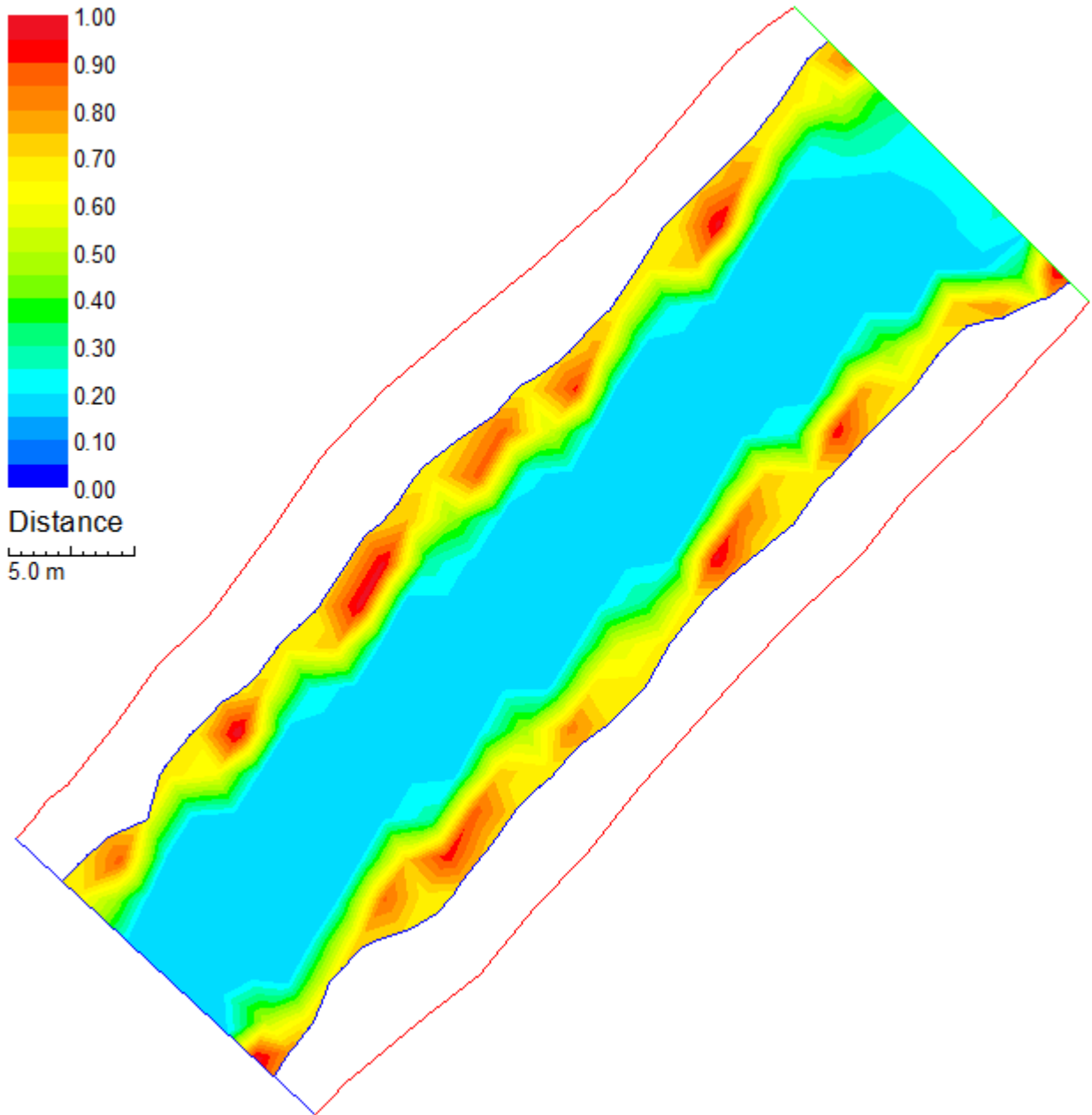
Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$).



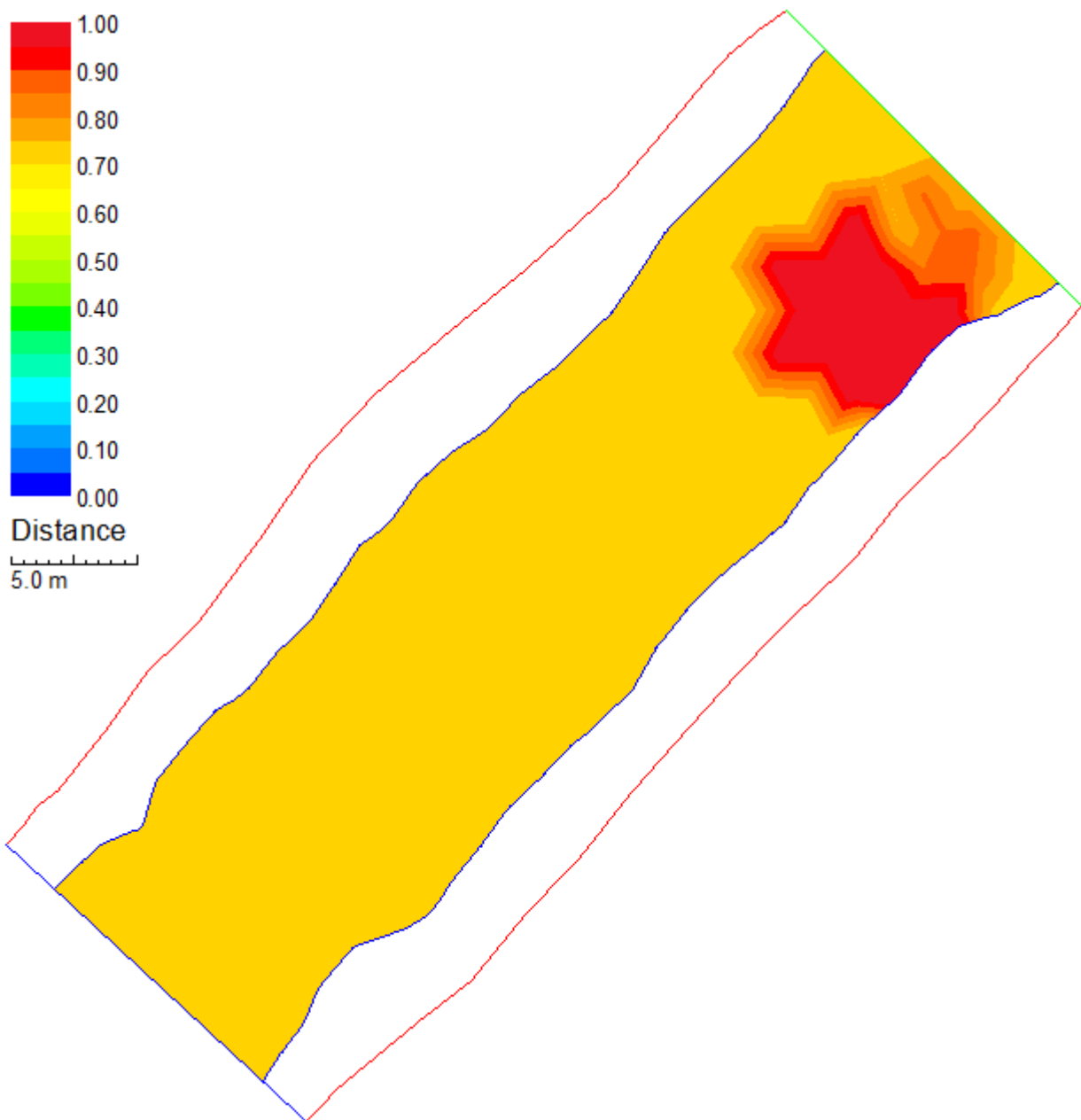
Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



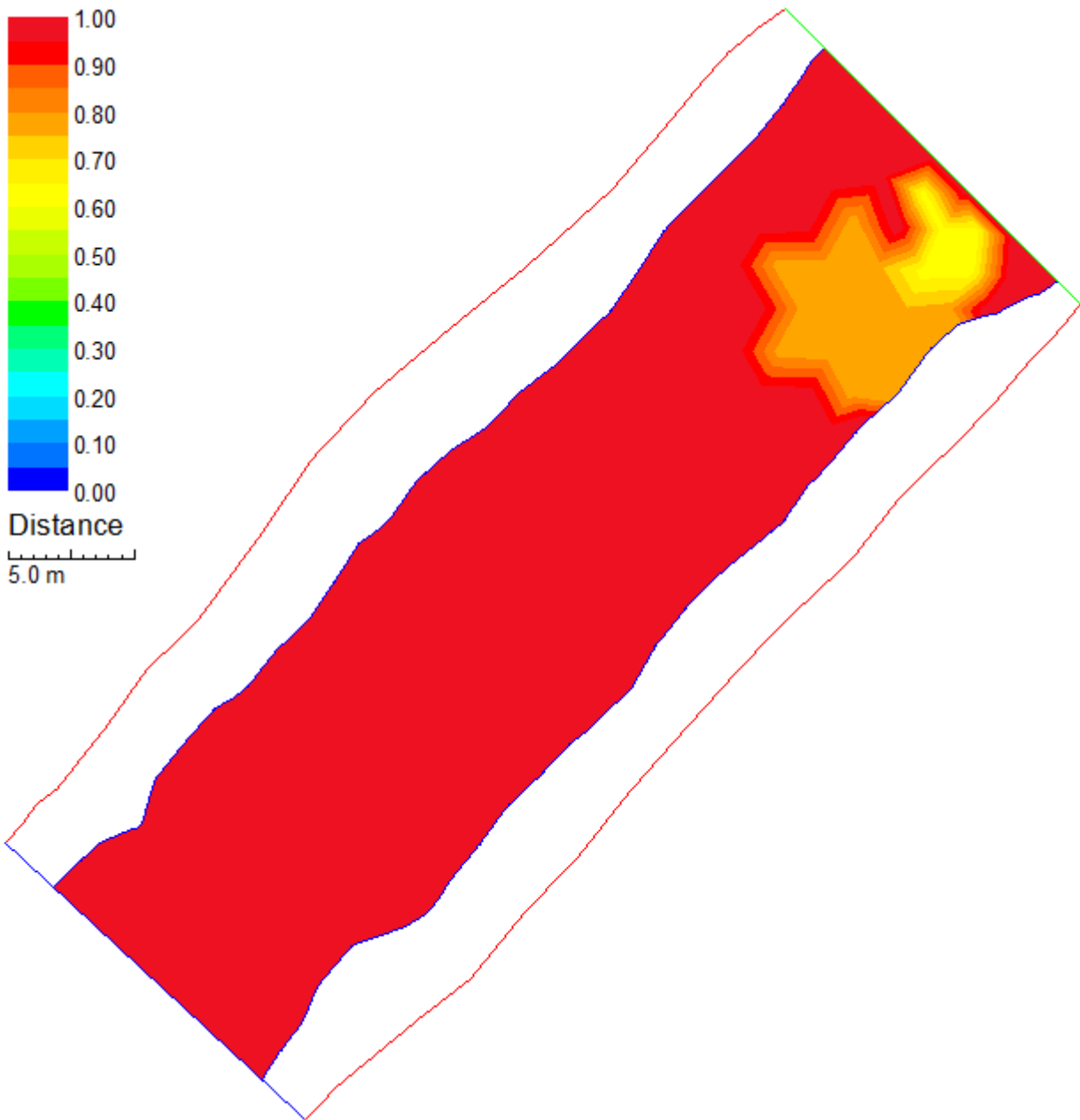
Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



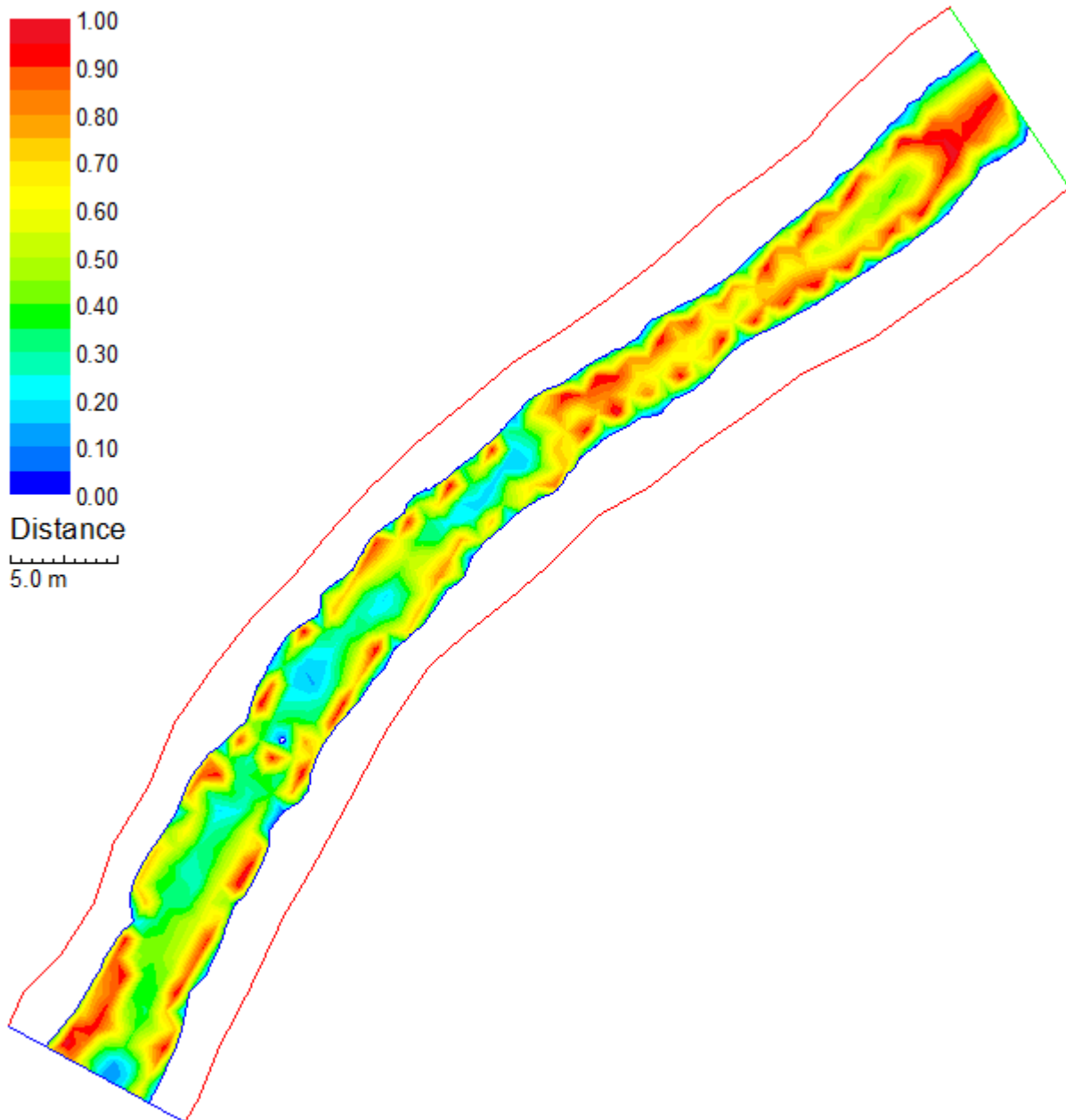
Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen pohjanlaadun soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle.



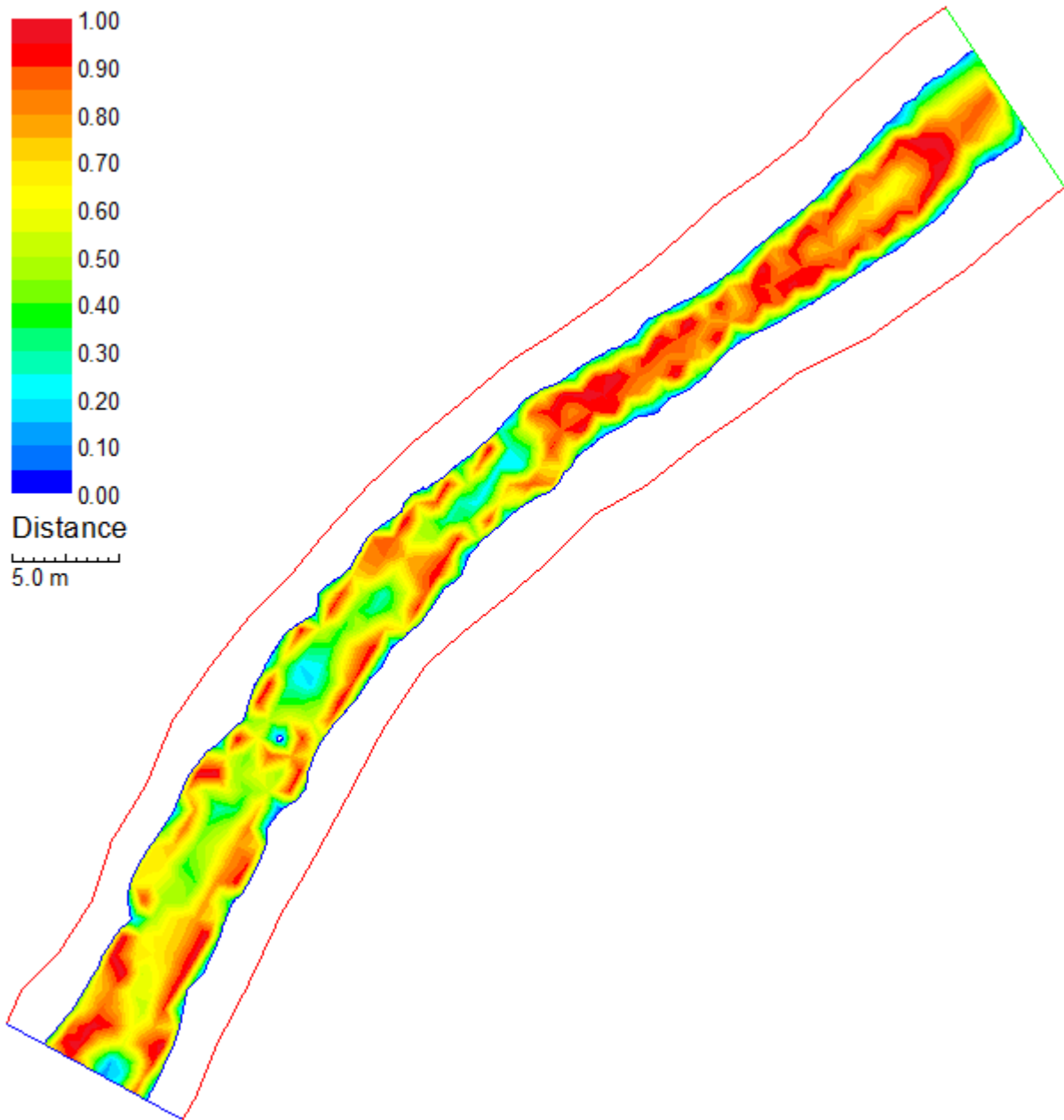
Jungarsborgin (pääuoma) mallinnusalueen pohjanlaadun soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle.



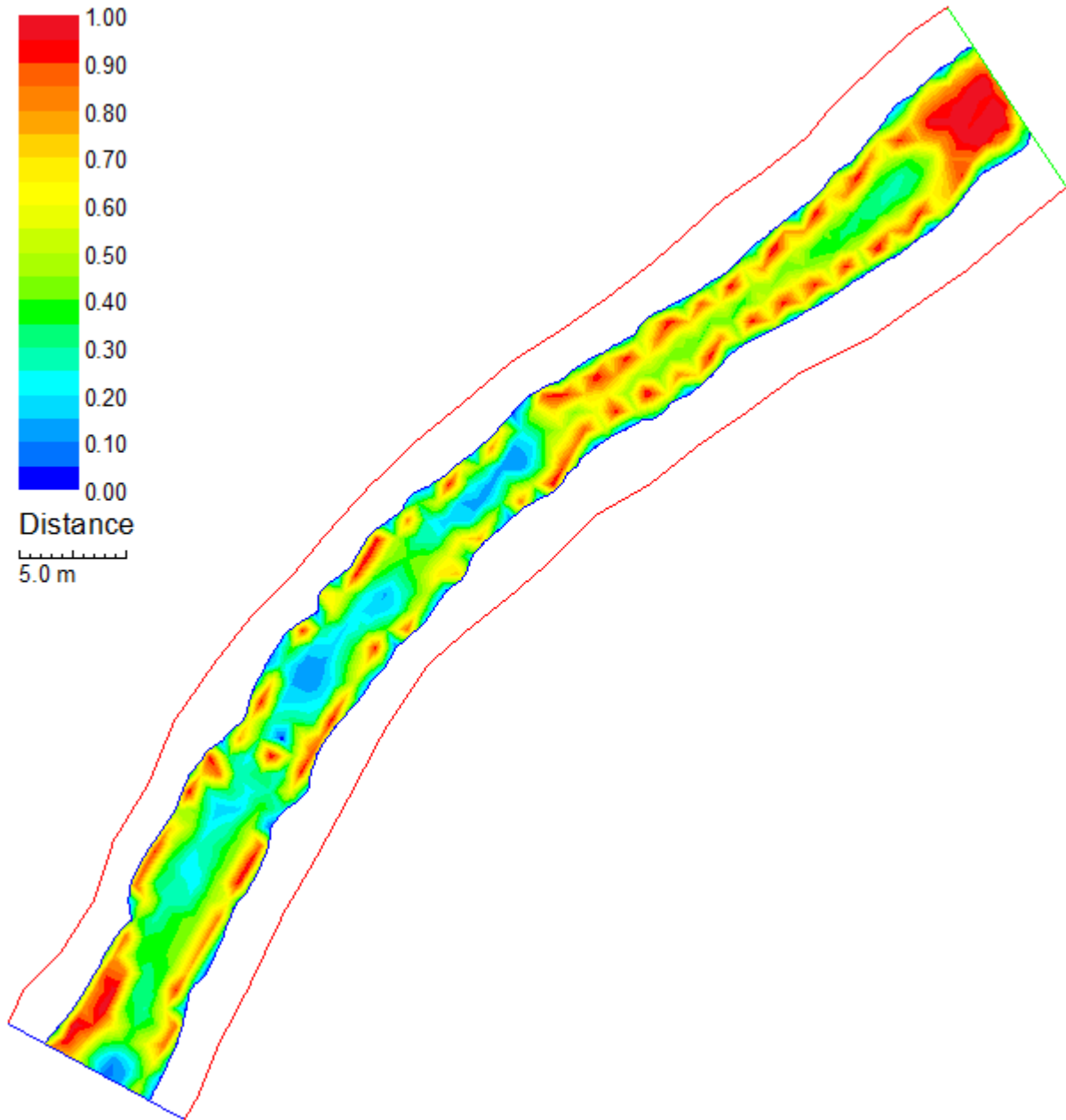
Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$).



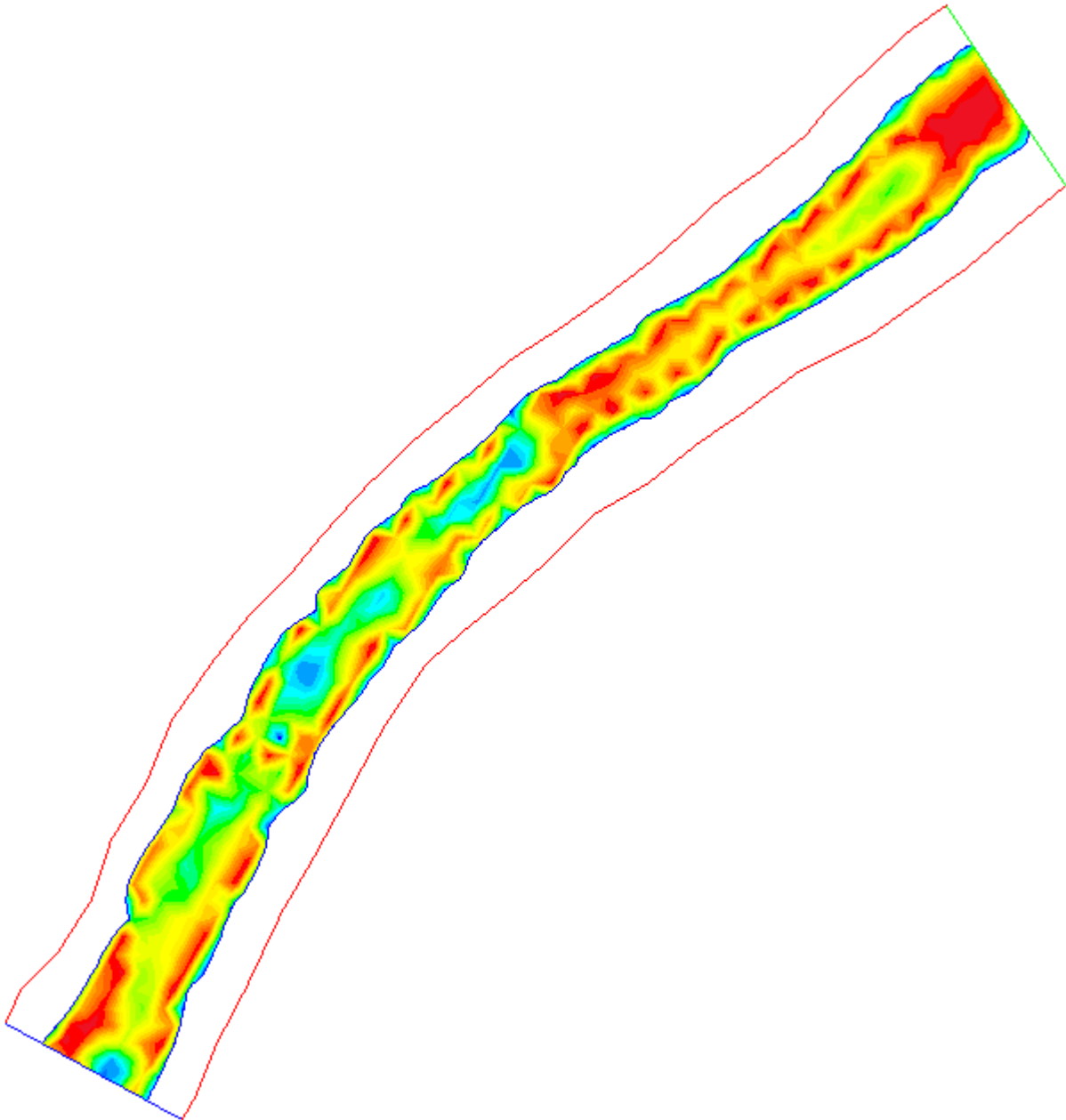
Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle (Q = 0,3 m³/s).



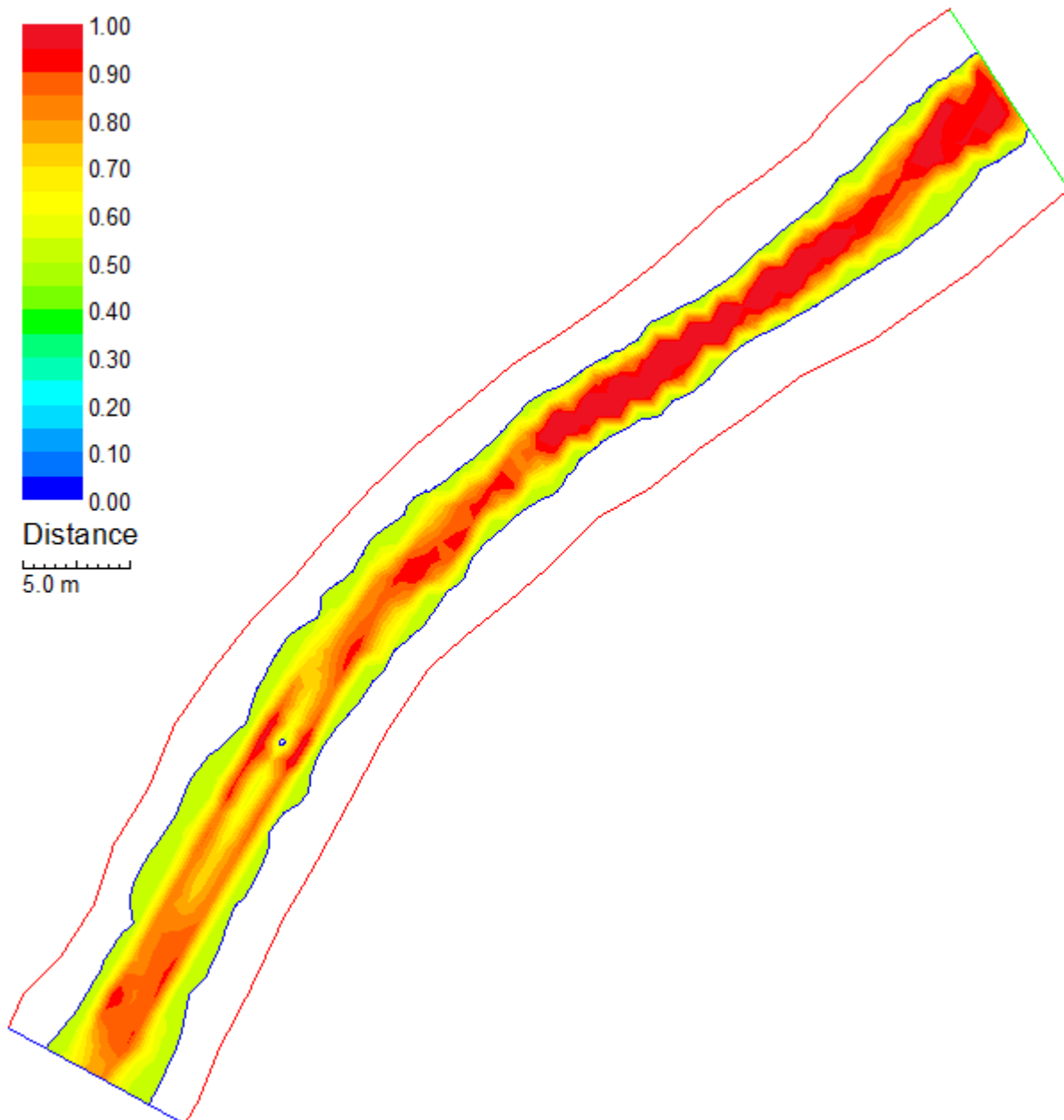
Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 0,8\text{m}^3/\text{s}$).



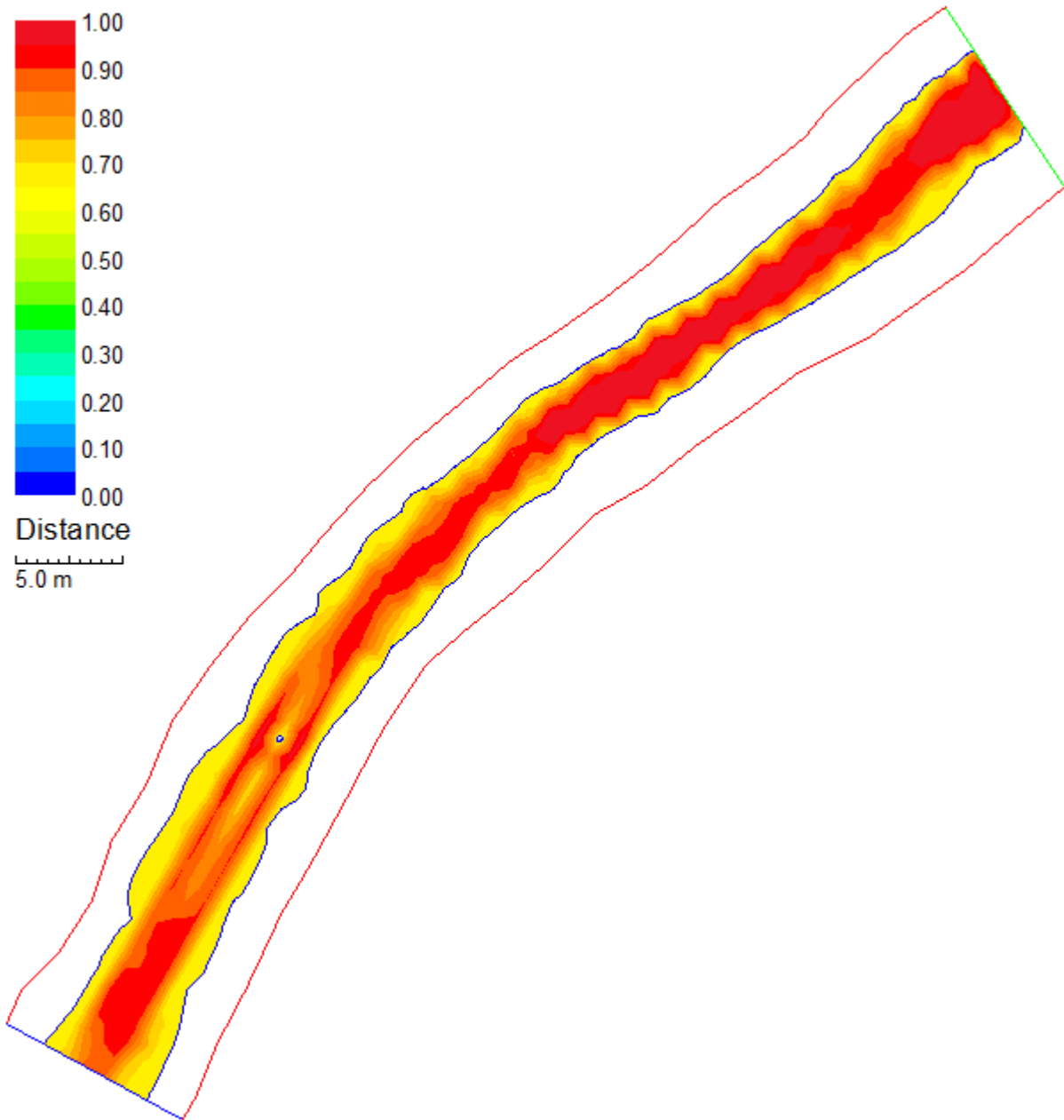
Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 0,8\text{m}^3/\text{s}$).



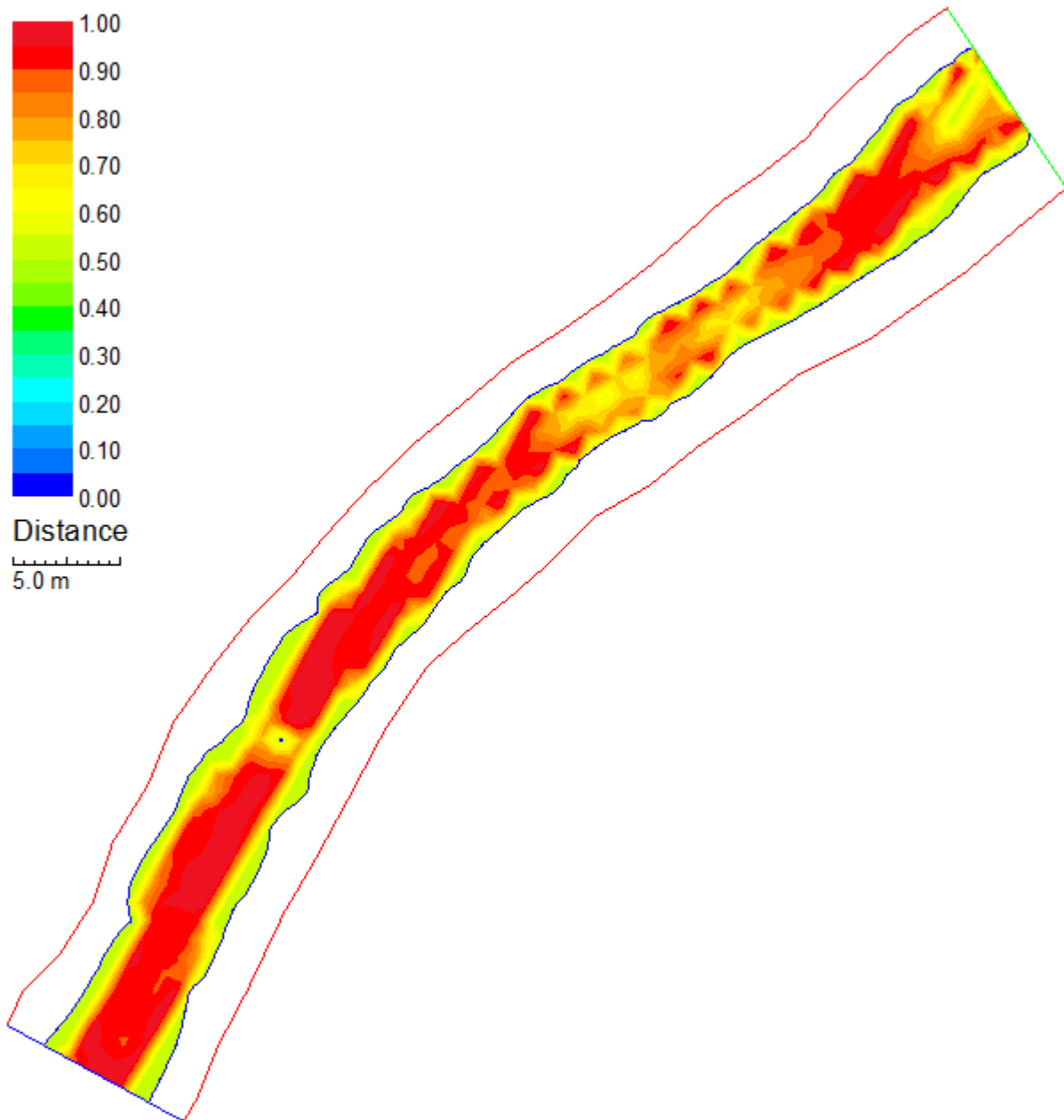
Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 0,3\text{m}^3/\text{s}$).



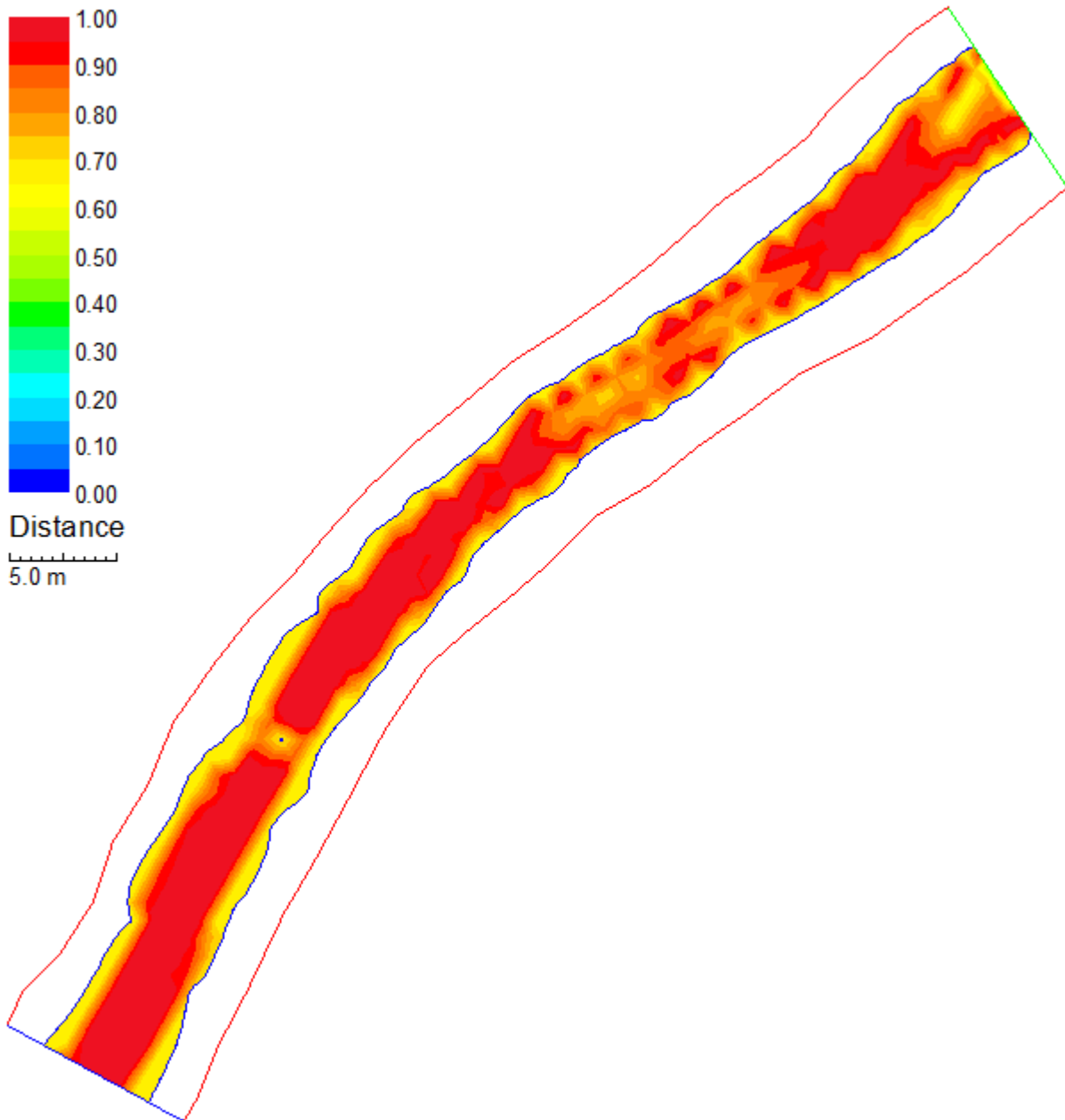
Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle (Q = 0,3m³/s).



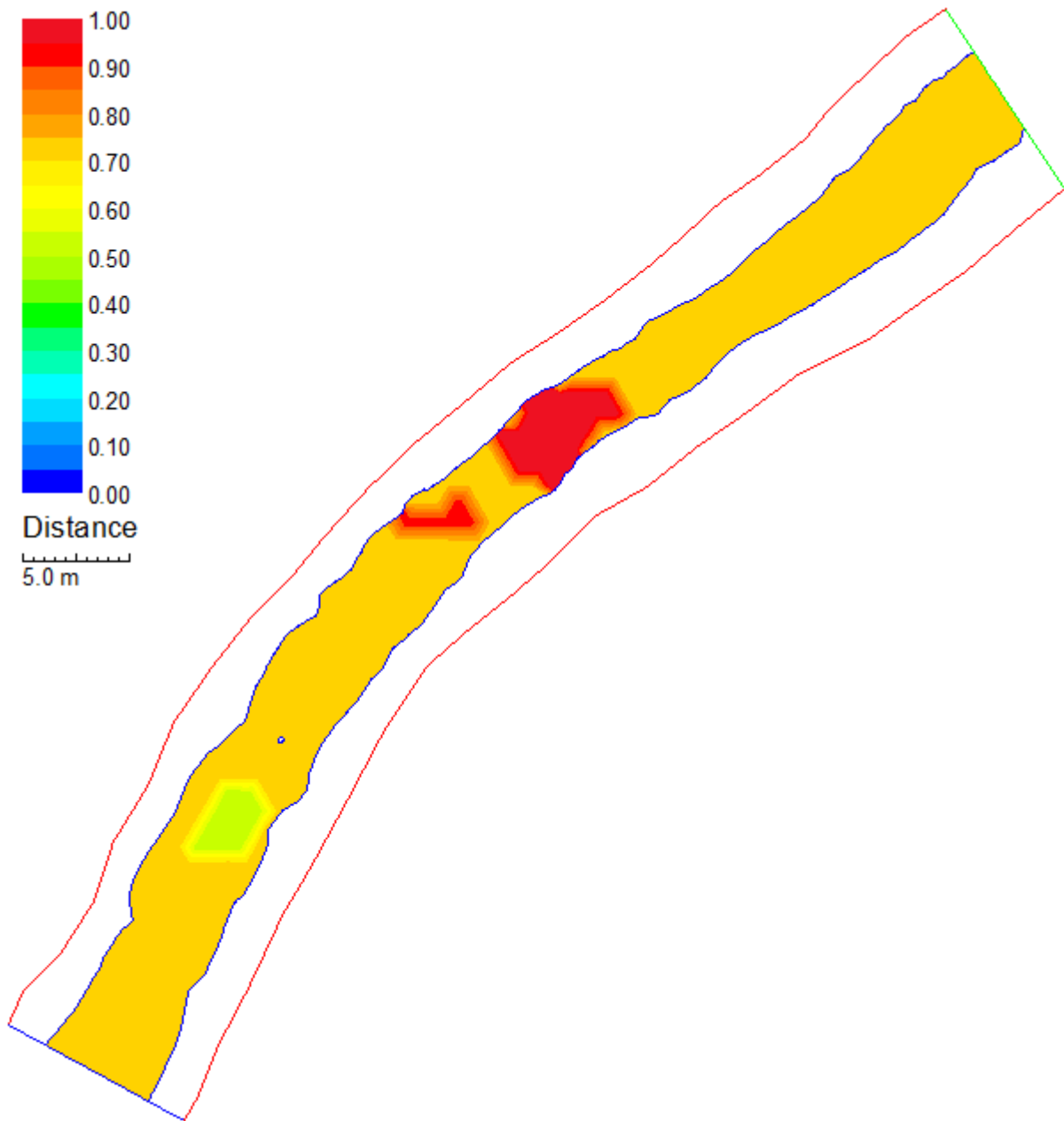
Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 0,8\text{m}^3/\text{s}$).



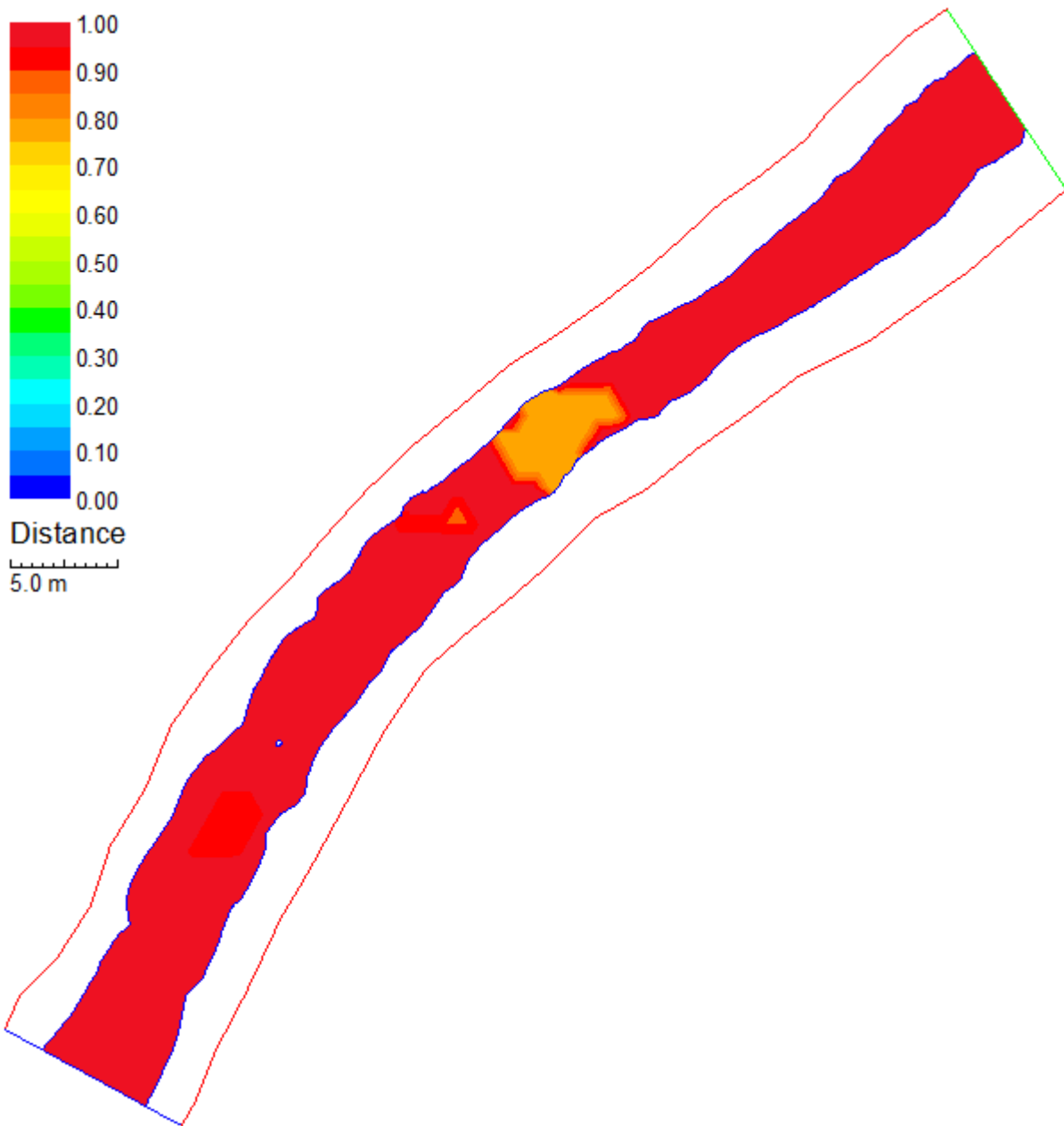
Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 0,8\text{m}^3/\text{s}$).



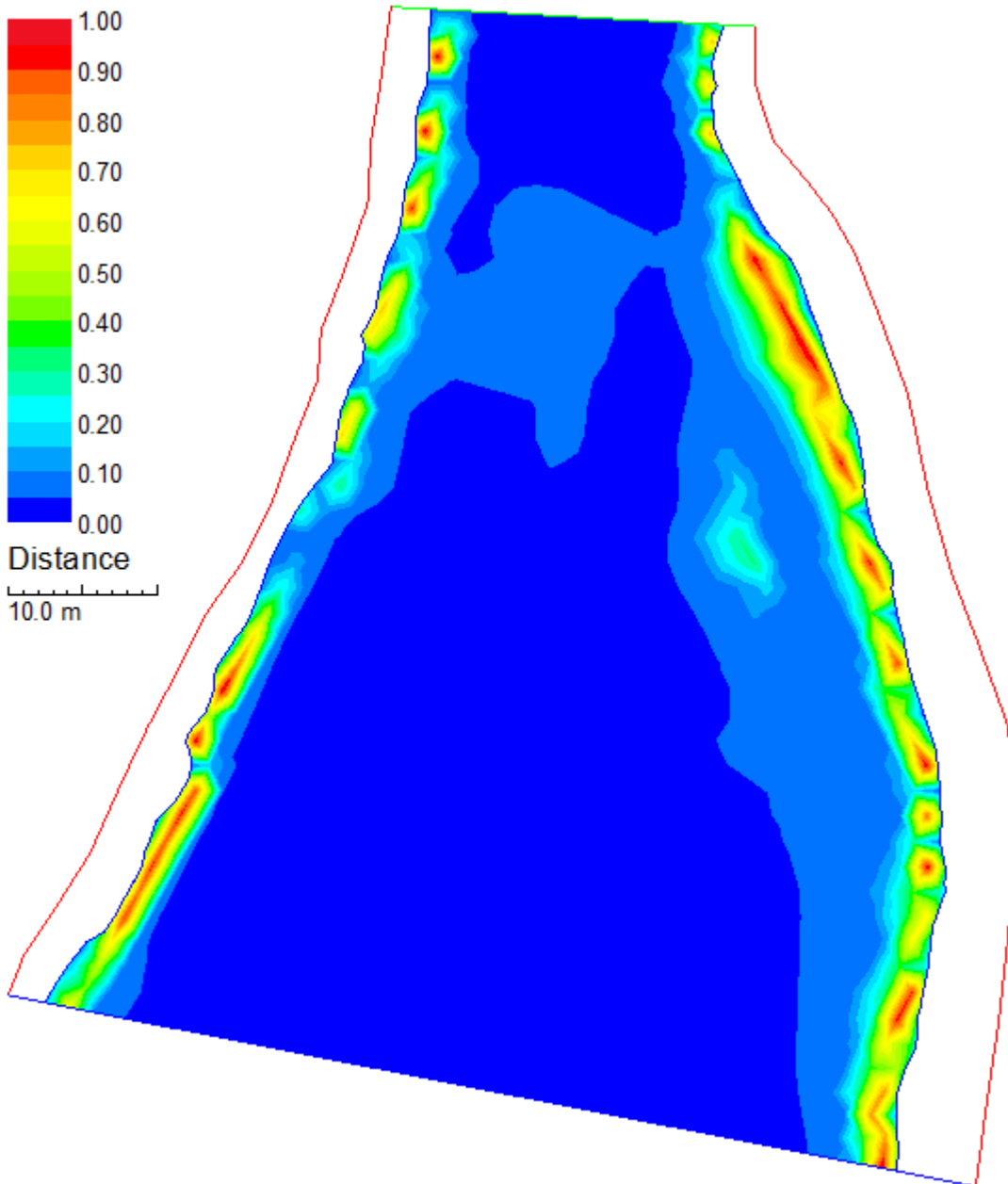
Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen pohjanlaadun soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle.



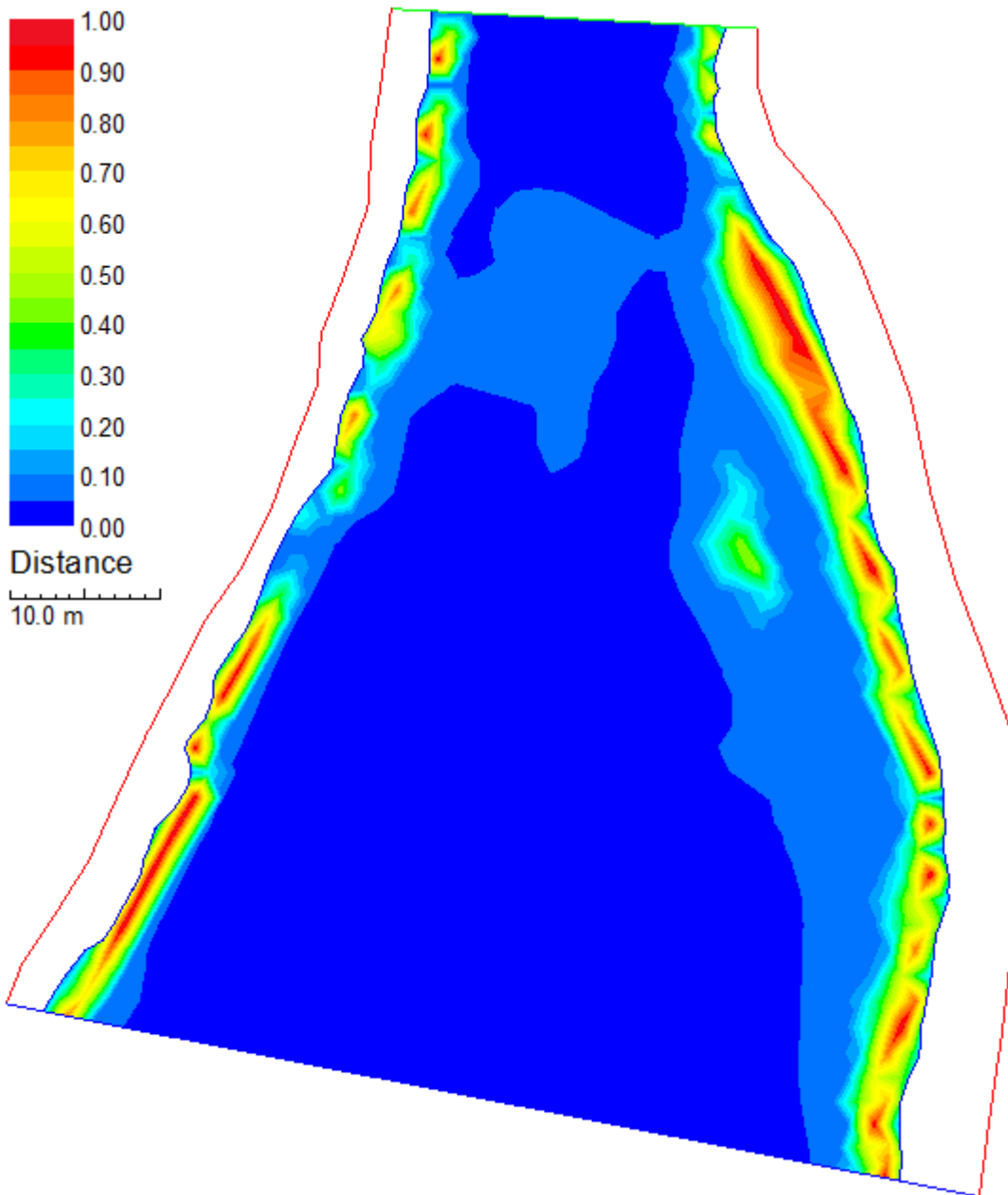
Jungarsborgin (sivu-uoma) mallinnusalueen pohjanlaadun soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle.



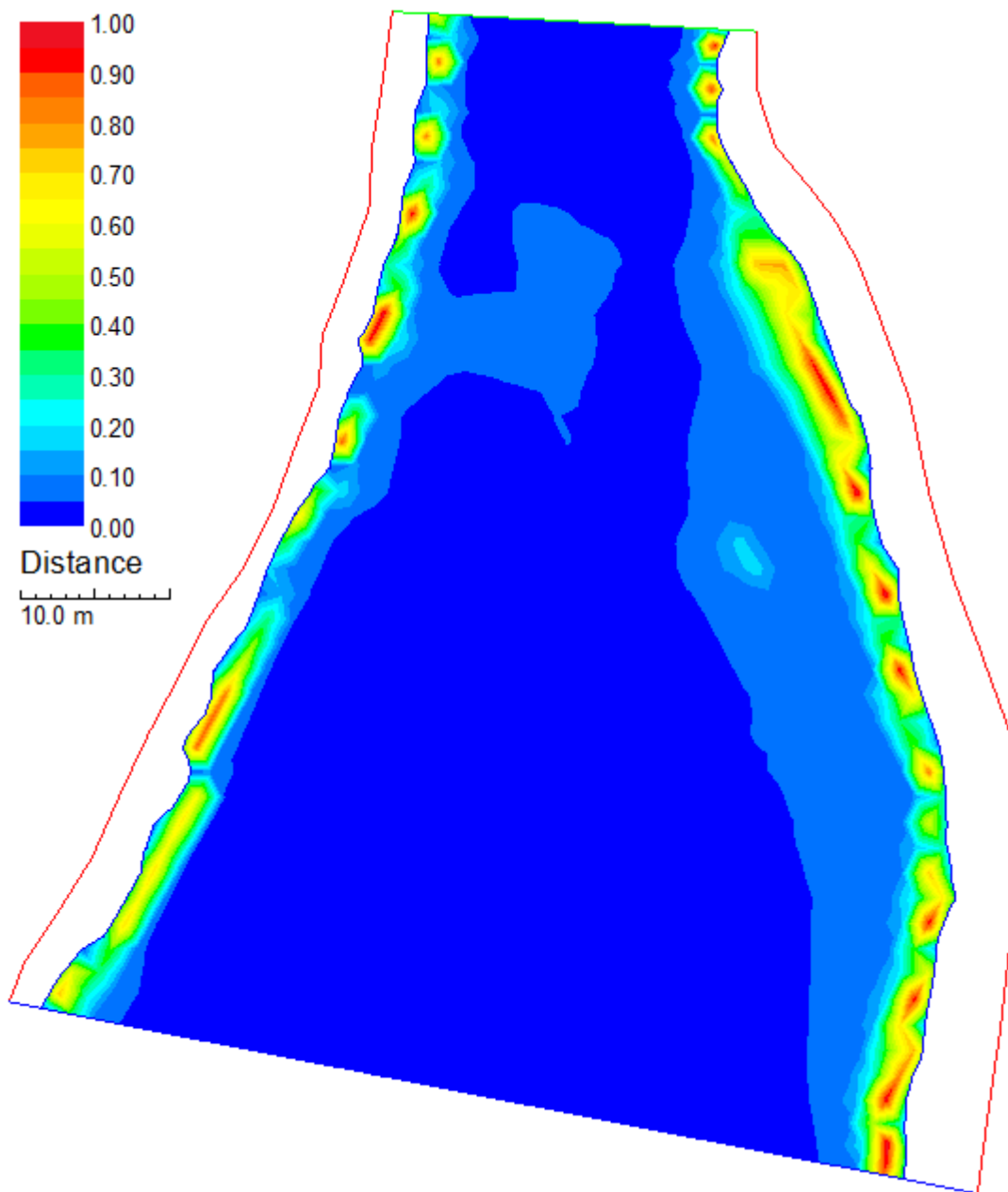
Gråströmmenin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$).



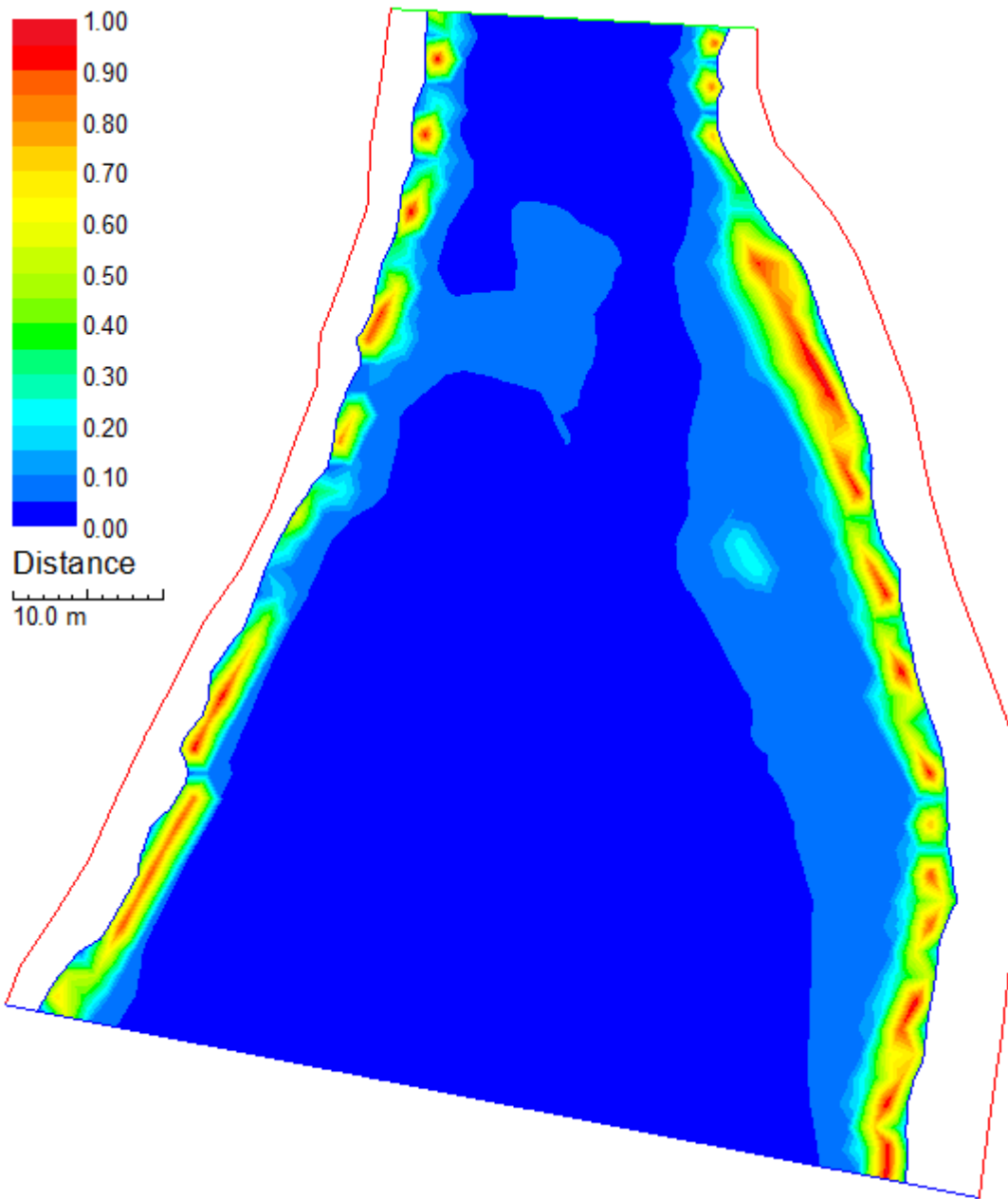
Gråströmmenin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$).



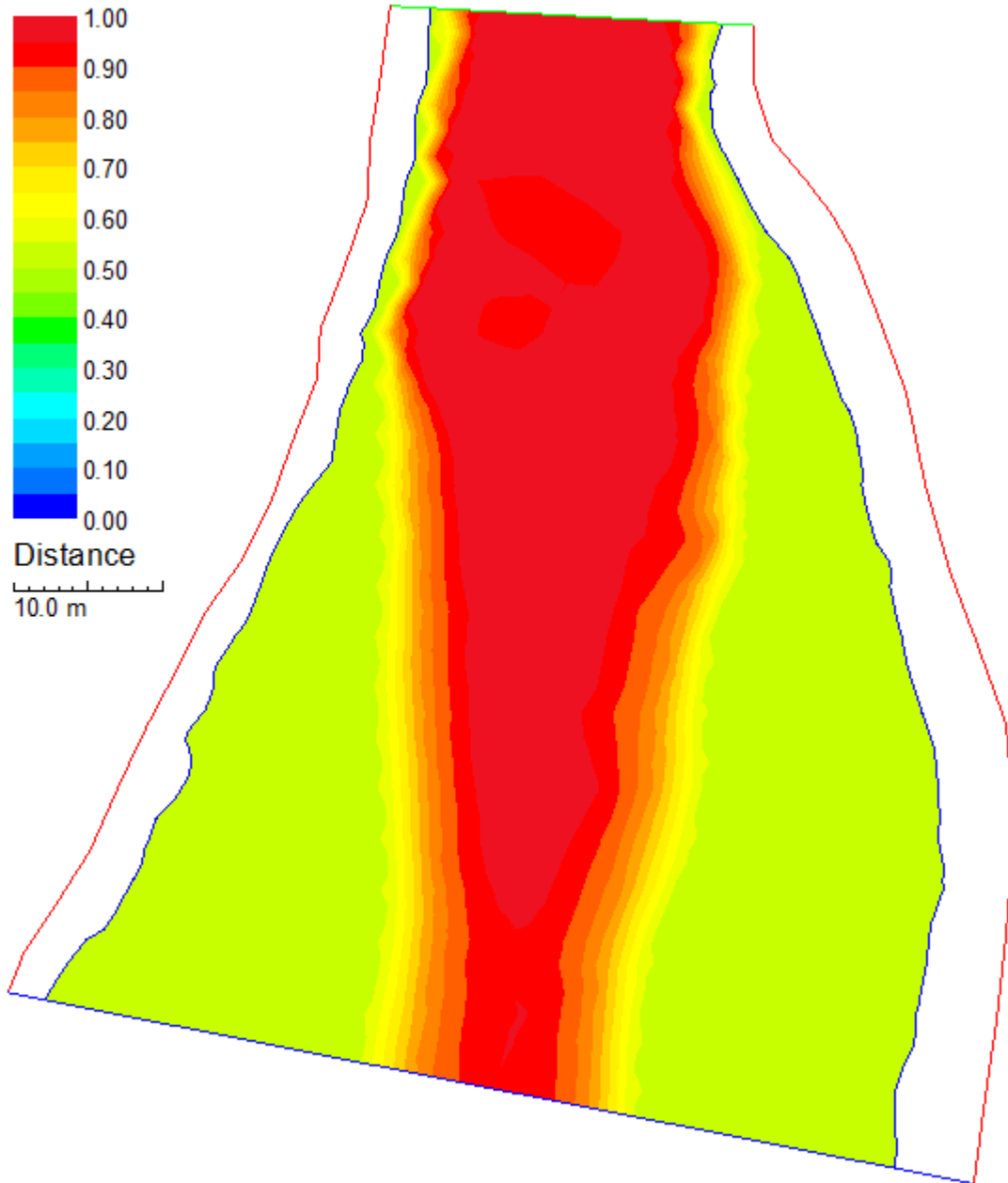
Gråströmmen in mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



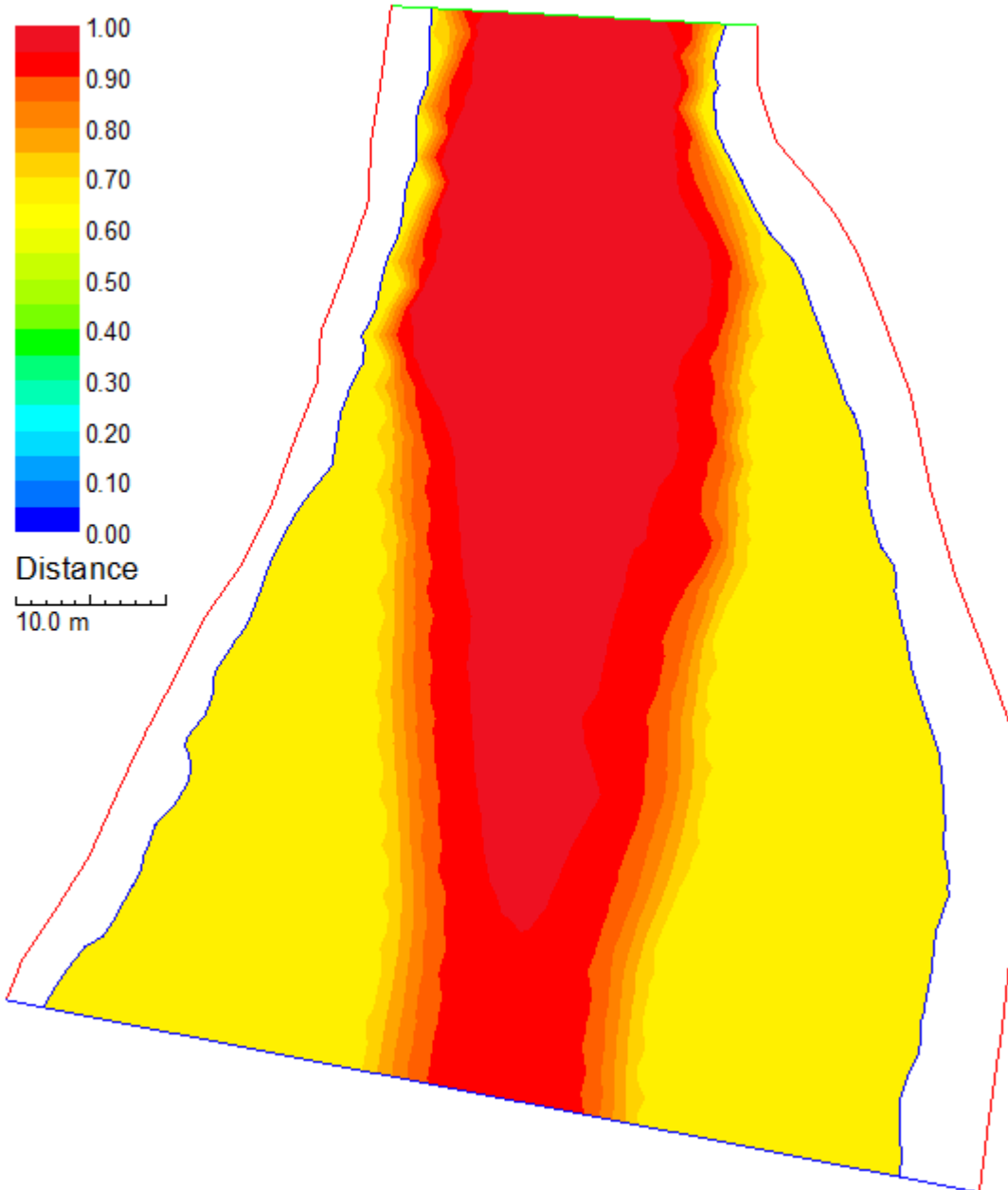
Gråströmmenin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



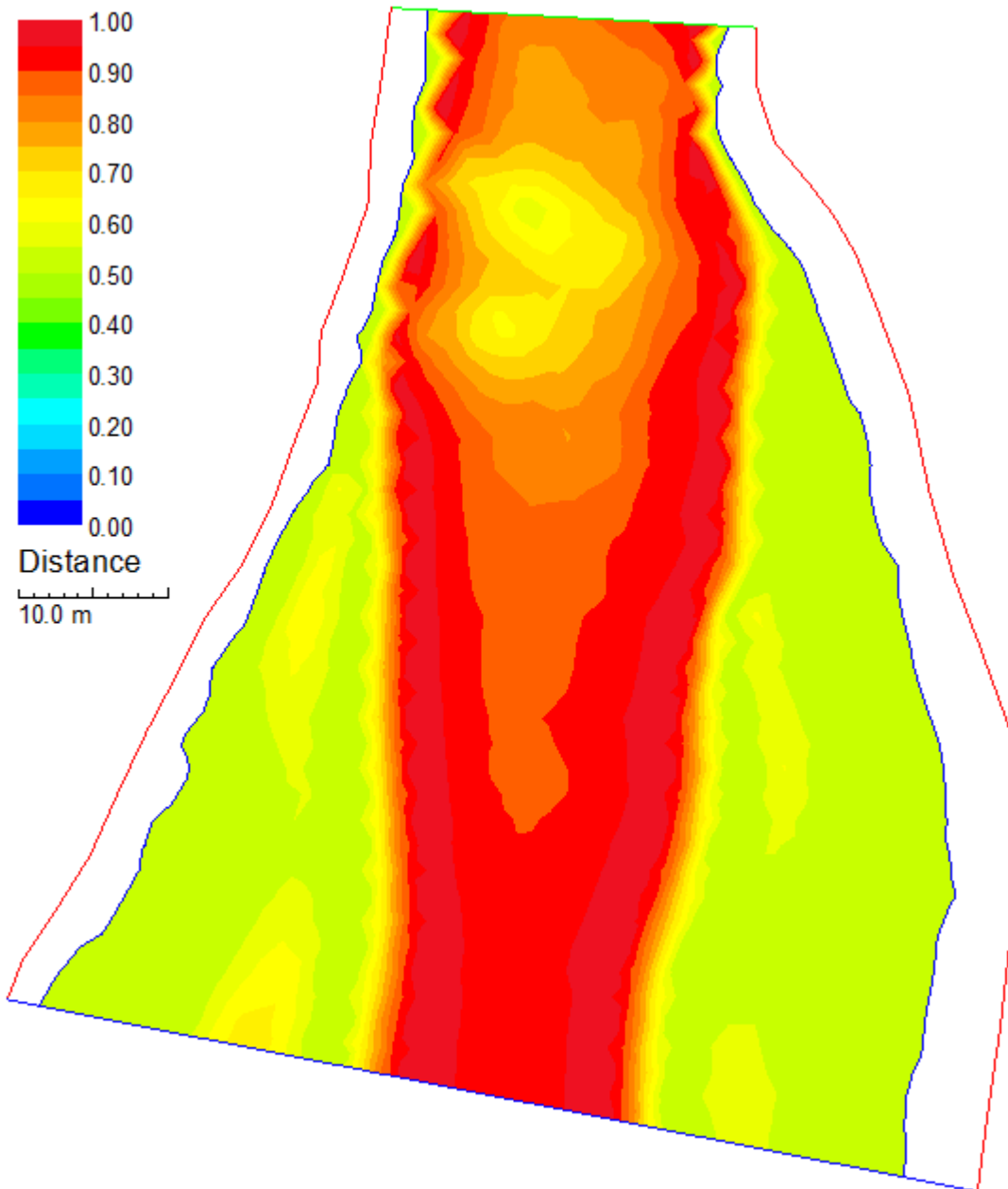
Gråströmmenin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$).



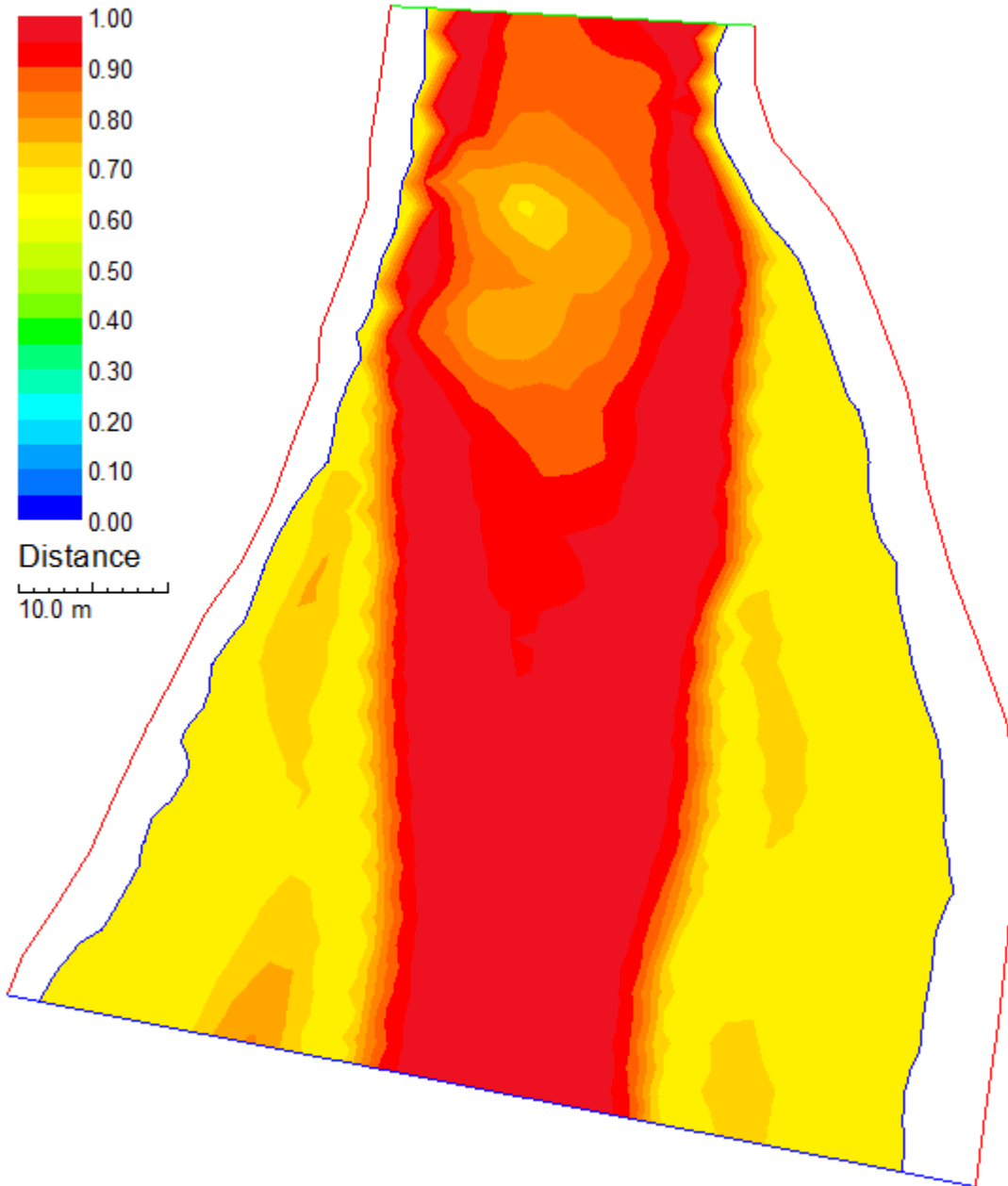
Gråströmmenin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$).



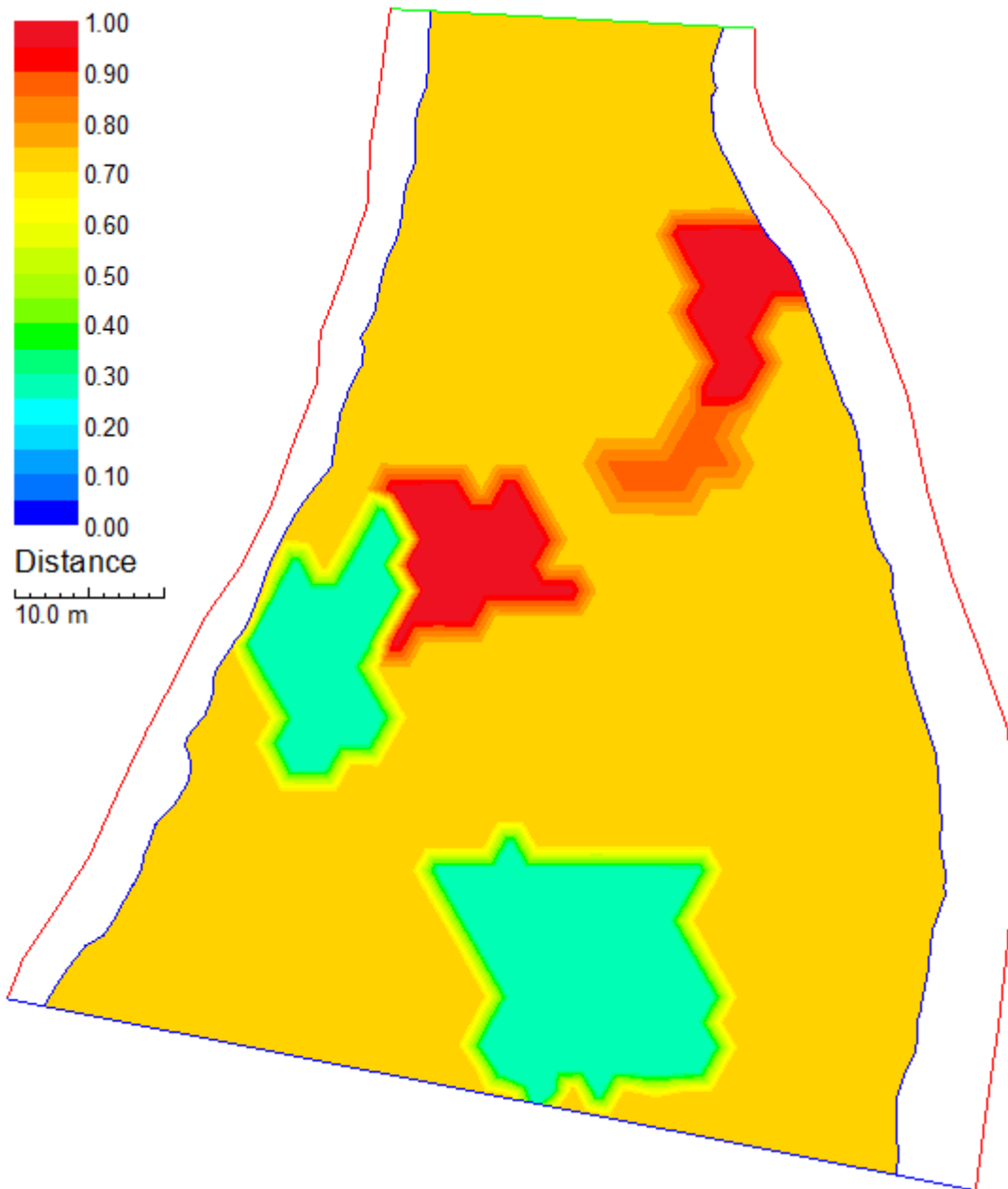
Gråströmmenin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



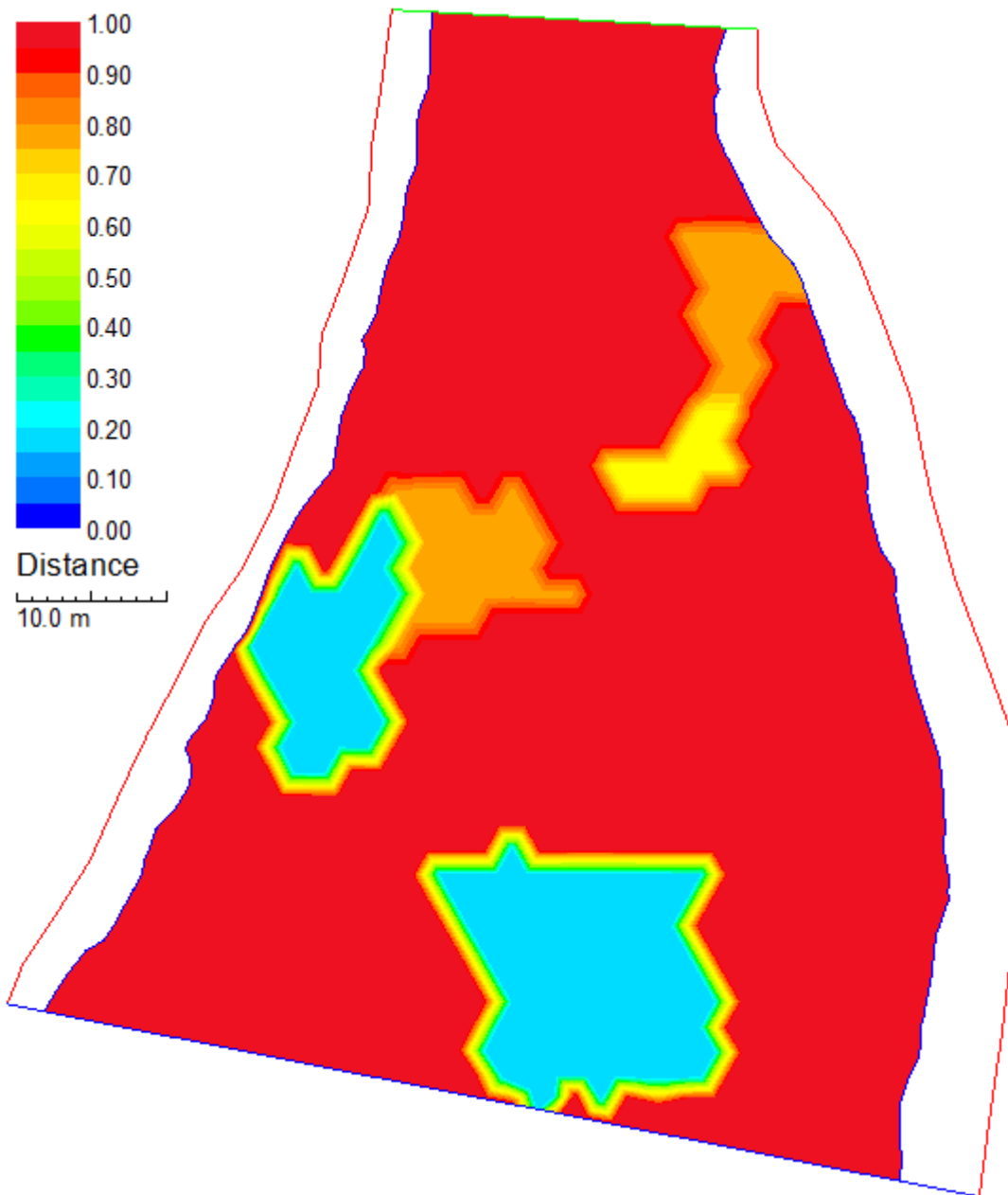
Gråströmmen mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).



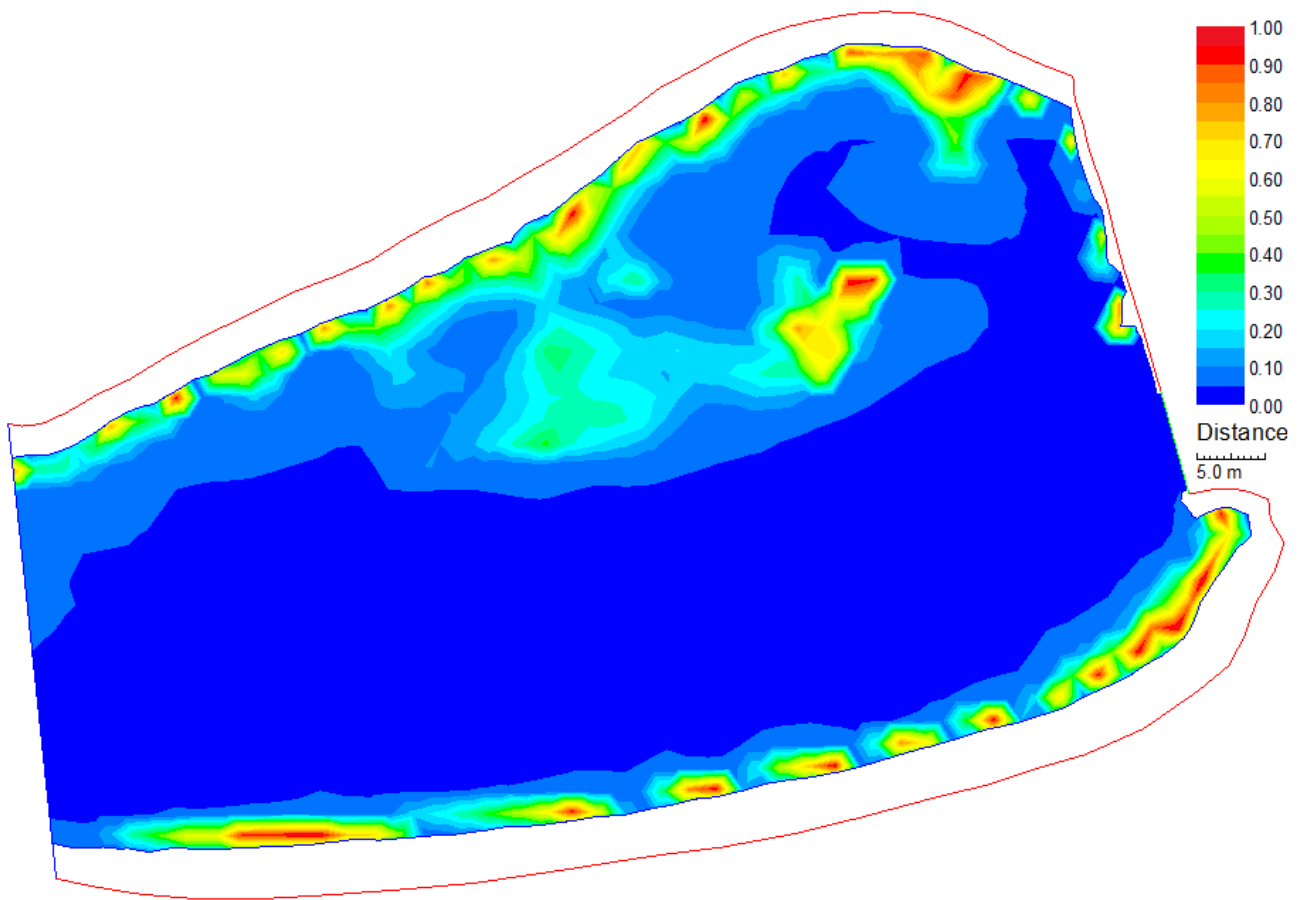
Gråströmmenin mallinnusalueen pohjanlaadun soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle.



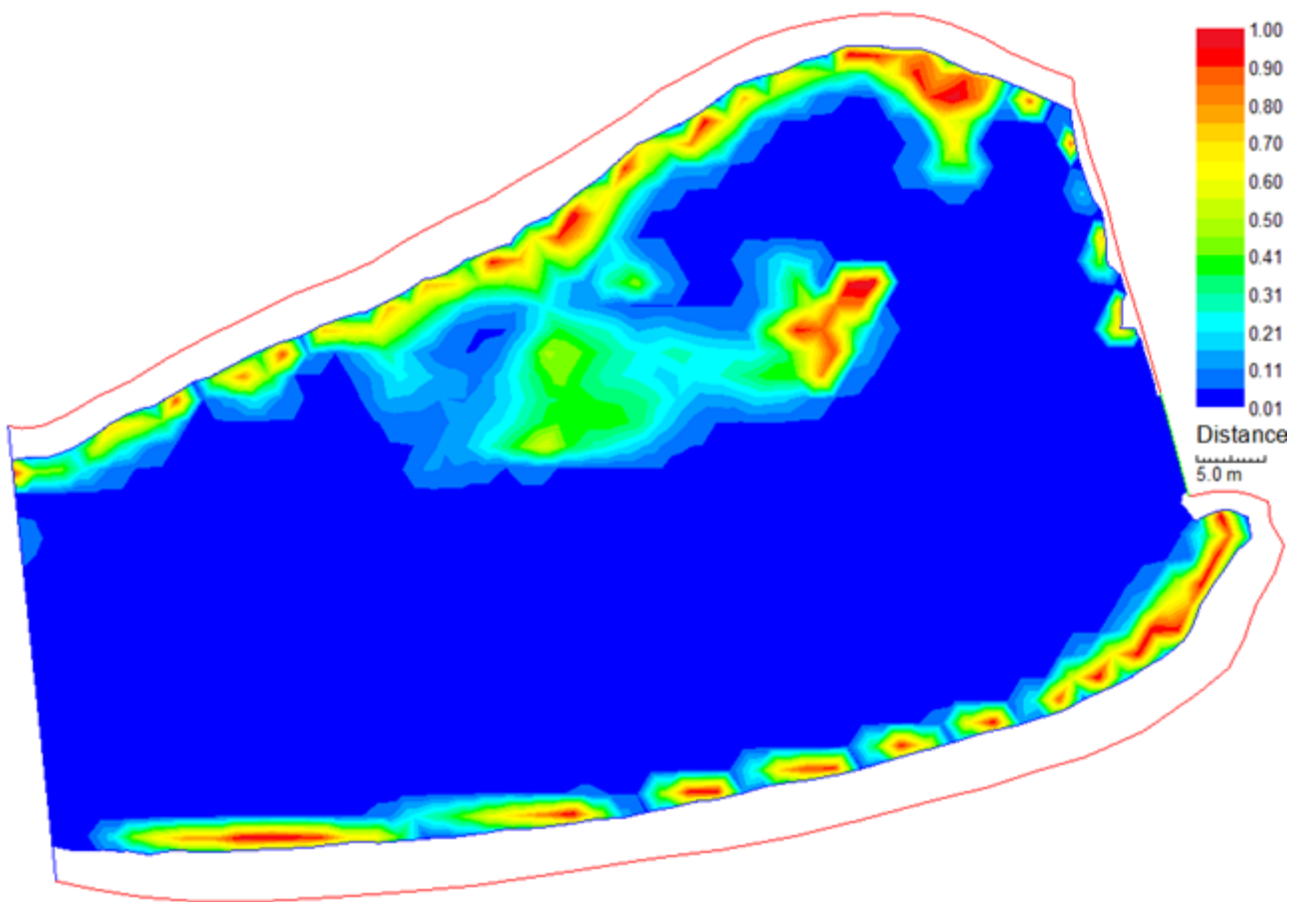
Gråströmmenin mallinnusalueen pohjanlaadun soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle.



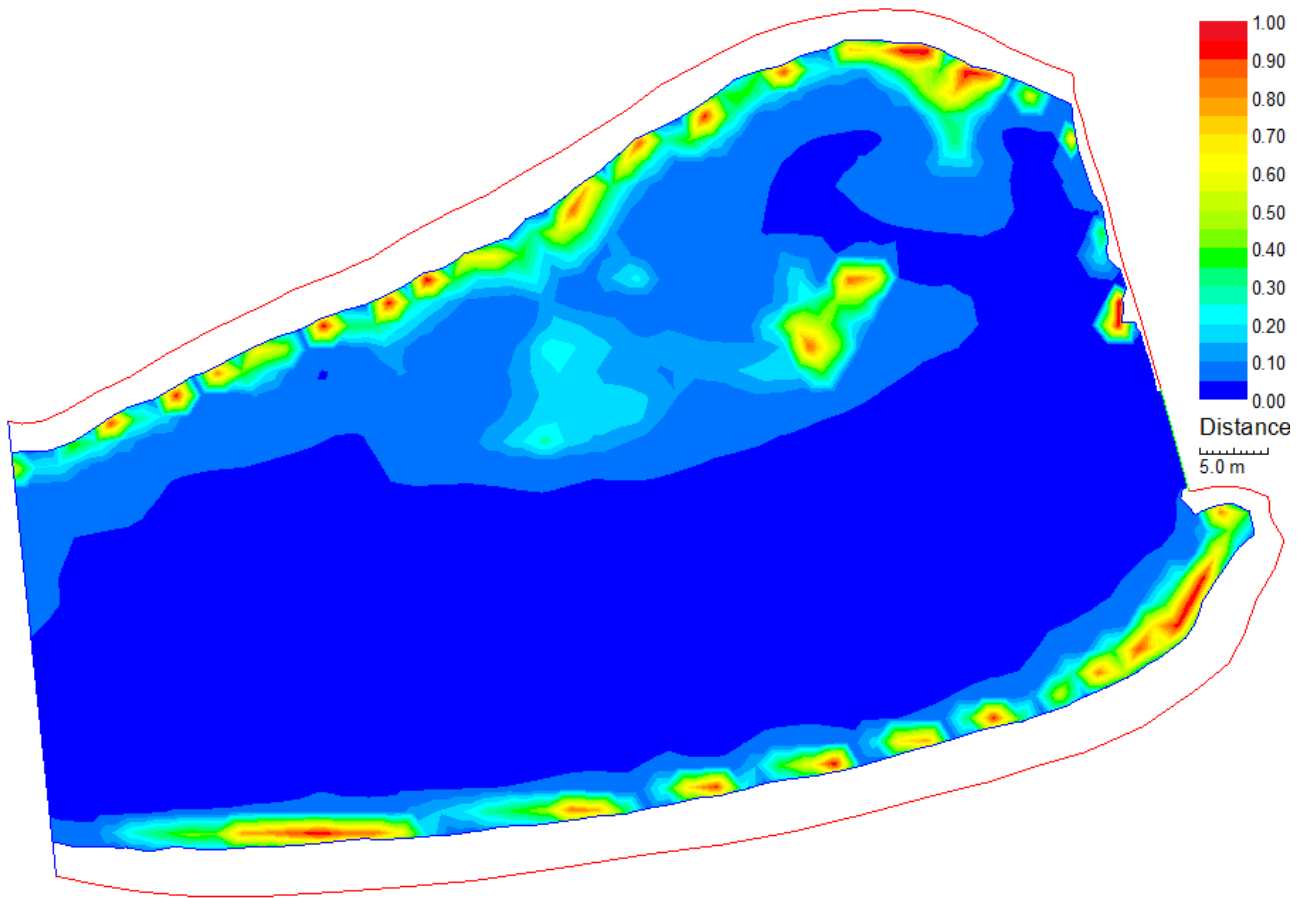
Åminneforsin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$).



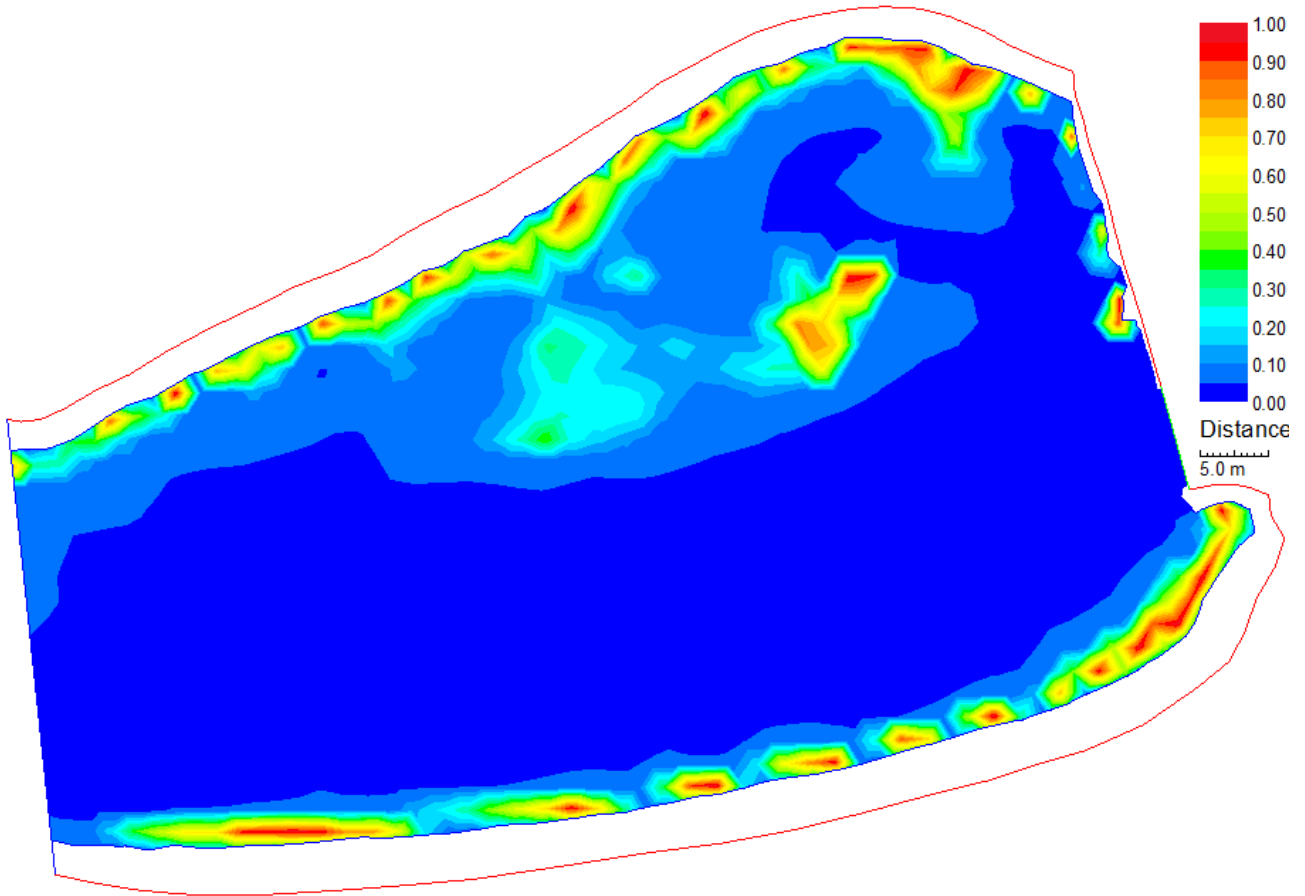
Äminneforsin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$).



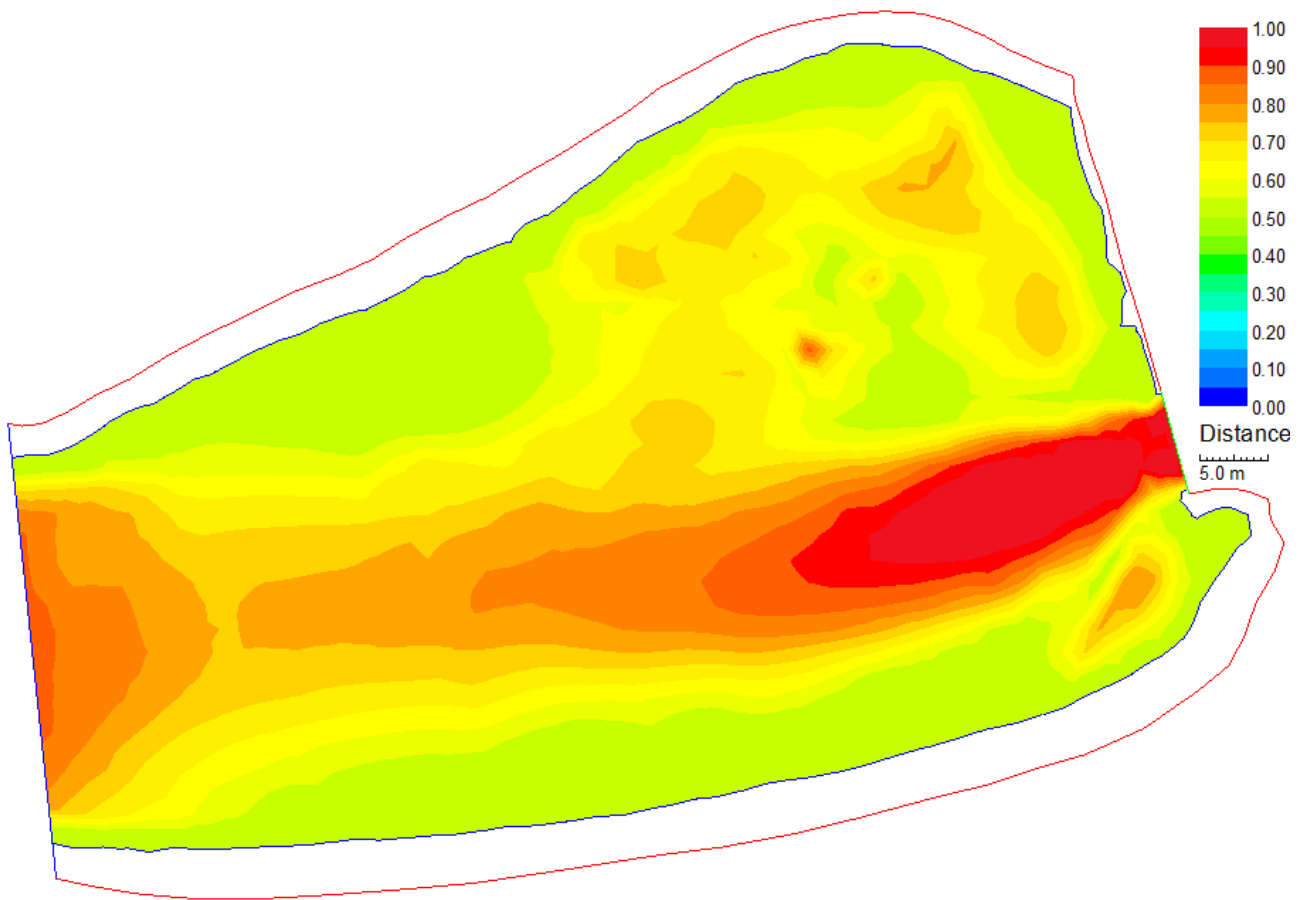
Åminneforsin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 19 \text{ m}^3/\text{s}$).



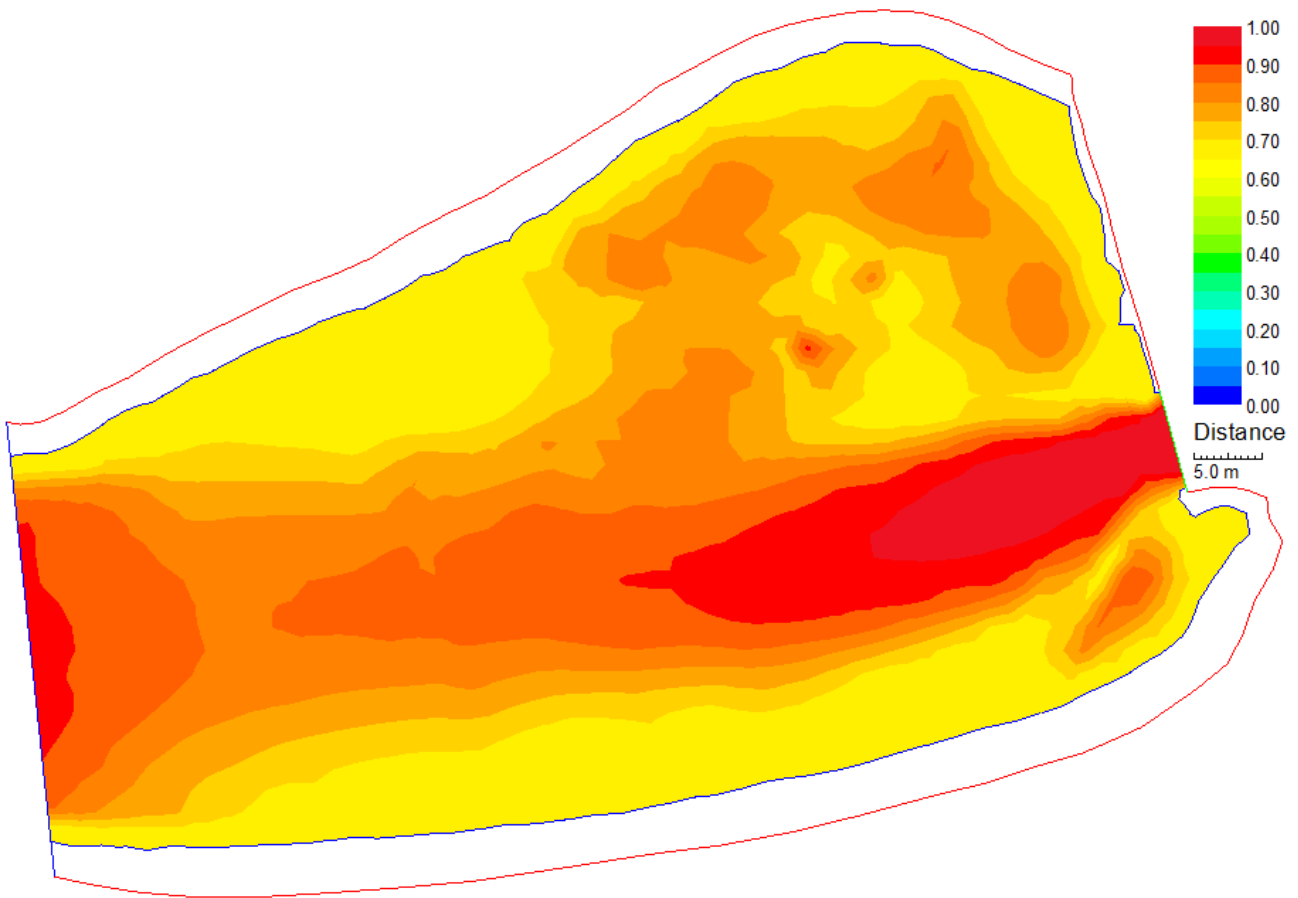
Åminneforsin mallinnusalueen syvyyden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 19 \text{ m}^3/\text{s}$).



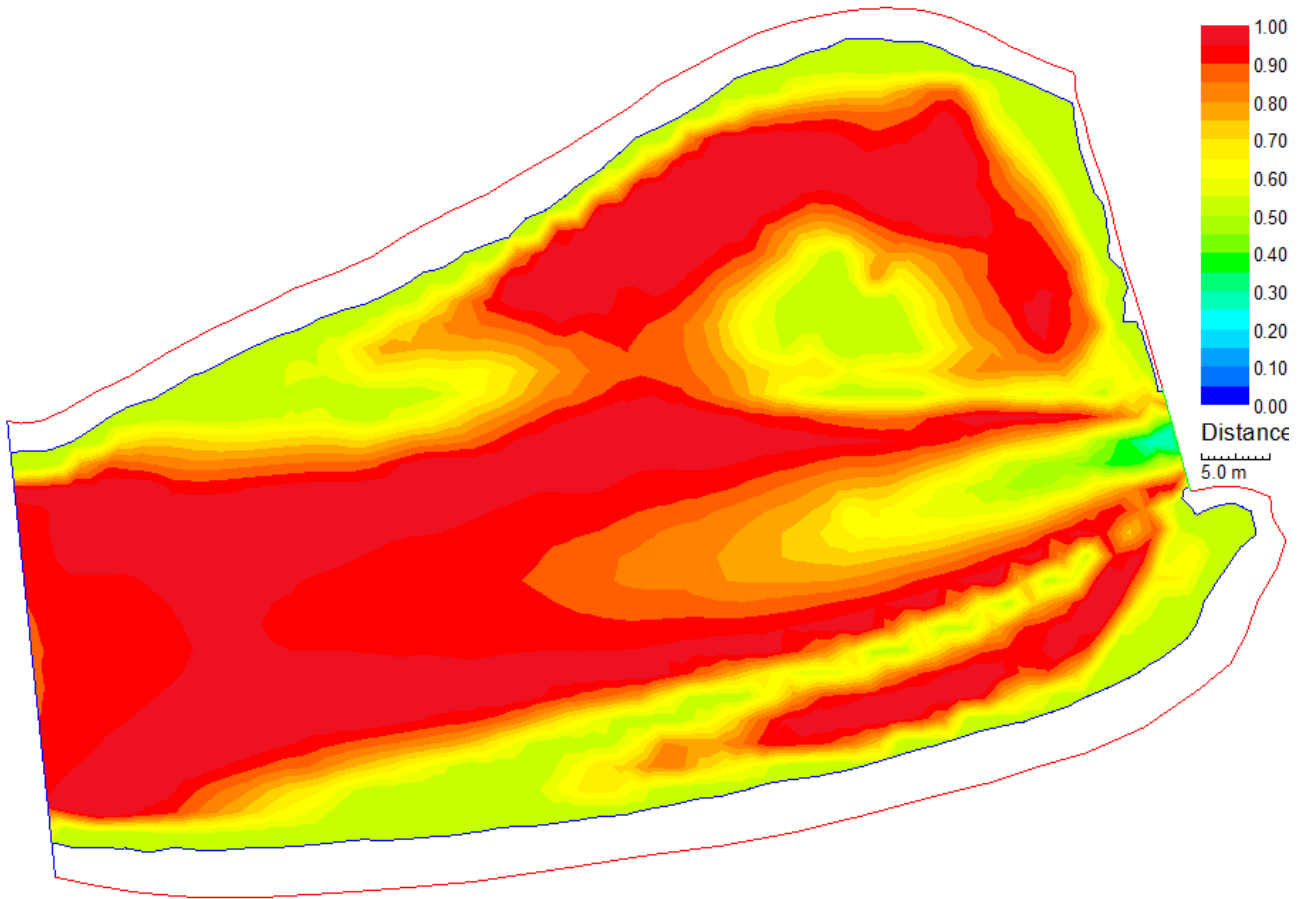
Åminneforsin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$).



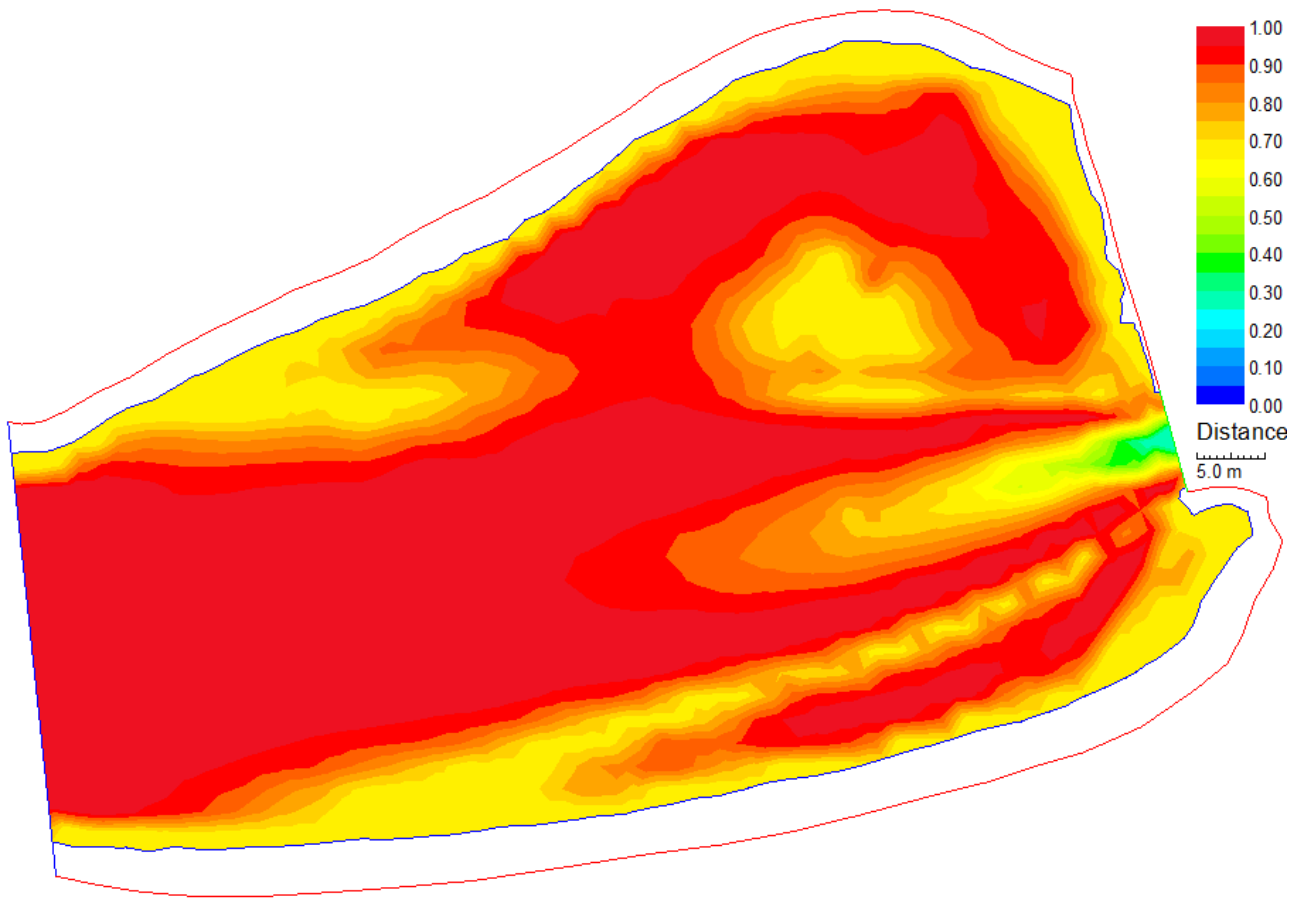
Äminneforsin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 7 \text{ m}^3/\text{s}$).



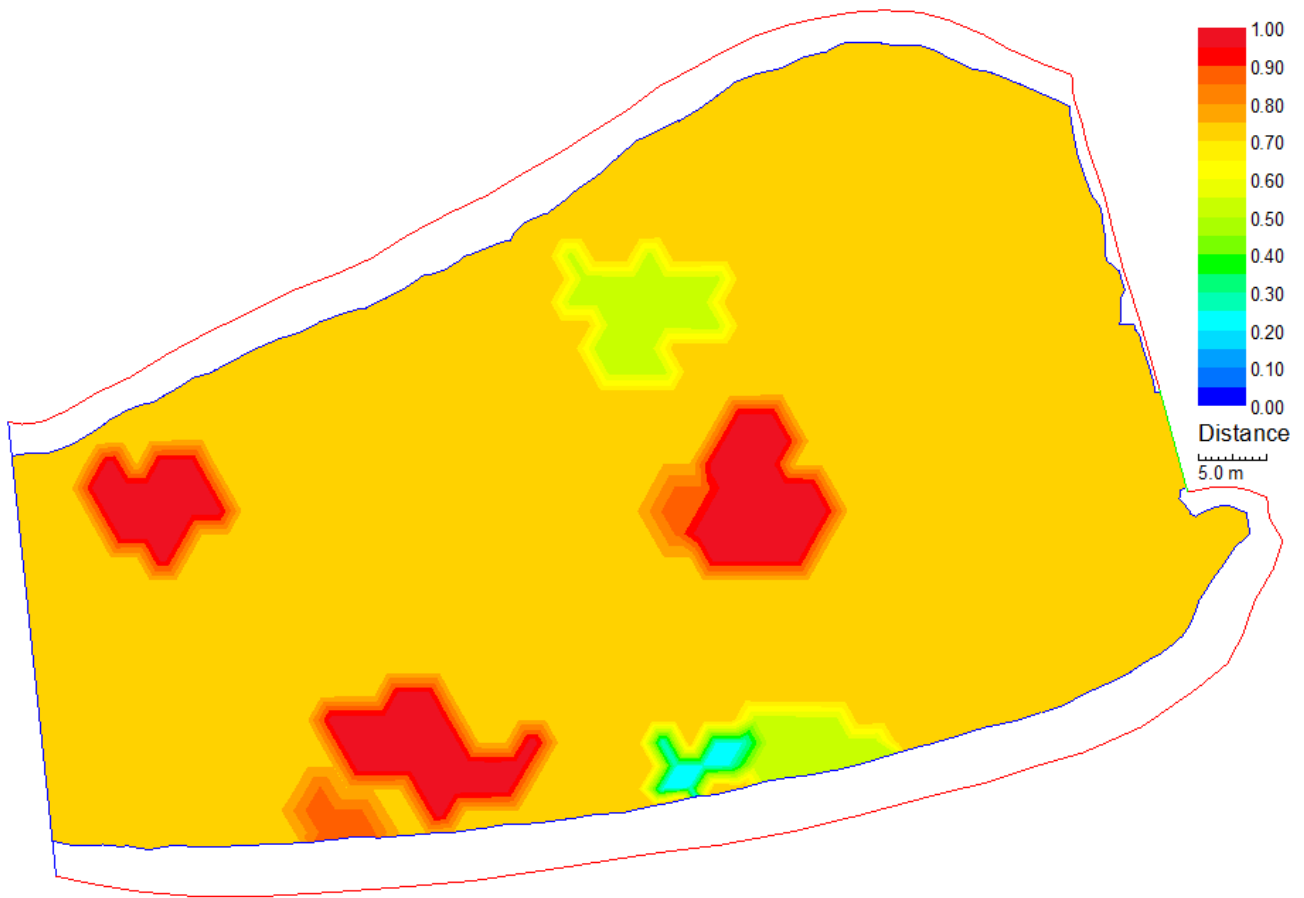
Åminneforsin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 19 \text{ m}^3/\text{s}$).



Äminneforsin mallinnusalueen virrannopeuden soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle ($Q = 19 \text{ m}^3/\text{s}$).



Äminneforsin mallinnusalueen pohjanlaadun soveltuvuusindeksi alle 10 cm lohenpoikaselle.



Äminneforsin mallinnusalueen pohjanlaadun soveltuvuusindeksi yli 10 cm lohenpoikaselle.

