

2.7.2017

Världsarvsvägens bro

Dimensionering av broöppningr och strömningsgranskningar

Korsholm

Ympäristötekniikan insinööritoimisto Jami Aho

www.jamiaho.fi

1 BAKGRUND

Korsholms kommun planerar en väg som skulle förena Björkö och öarna i Replot. Avsikten med projektet är att förbättra vägförbindelserna mellan Björkö och Söderudden/Panike. Genom vägförbindelsen kunde Björkö och Vistan förenas så att det blir lättare att ta sig till olika delar av världsarvet.

En miljökonsekvensbedömning ska göras i projektet och den bereds av FCG Oy. I bedömningsförfarandet presenteras fyra olika sträckningar för vägen vid överfarten över Uddströmmen. I denna rapport fastställs vägbankens konsekvenser för strömningarna i området och dimensioneringen för de nödvändiga broöppningarna.

2 METODER

Bedömningen av strömningsförändringarna gjordes med hjälp av en 2D-strömningsmodellering (Hec-Ras 5.0.3). Terrängmodelleringen gjordes med programmet Autocad Civil3D.

I strömningsmodelleringen skapades en terrängmodell för området och som beräkningsruta användes en ruta på 5x5 meter. De hydrauliska nyckeltalen i modelleringen beräknas för varje ruta och för varje sida av rutan. Som tidssteg användes 1 minut och som beräkningstid 100 timmar.

En exakt beskrivning av modelleringsprogrammets struktur och funktion finns tillgänglig på adressen <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation.aspx>.

I modelleringen beräknades strömningar både söderut och norrut. När havsnivån sjunker riktas strömningen vanligtvis norrut och när den sjunker riktas den söderut, eftersom Djupfjärden har en större förbindelse till havet än Revöfjärden.

3 UTGÅNGSUPPGIFTER

Som utgångsuppgifter för terrängmodellen användes nationell laserskanning ungefär från nivån N2000+0.1 m och uppåt. Vattenområdena lodades från en båt ungefär från nivån N2000-0.3 m och nedåt. Vid lodningen användes precisionsekolod med en mättningsnoggrannhet på cirka 1 cm. Lodningen gjordes med varierande punktintervall så att 2–20 meters intervall användes i detaljrika områden och i närheten av broalternativen och 20–100 meters intervall användes i övriga områden. Antalet lodningspunkter var totalt cirka 10 000.

Lodningspunkterna och laserskanningspunkterna kombinerades i samma terrängmodell. Modellen preciserades genom en flygbildstolkning (Lantmäteriverkets flygbilder). För strömningsmodelleringen generaliserades terrängmodellen i en ruta på 5x5 meter för att göra beräkningstiden rimligare.

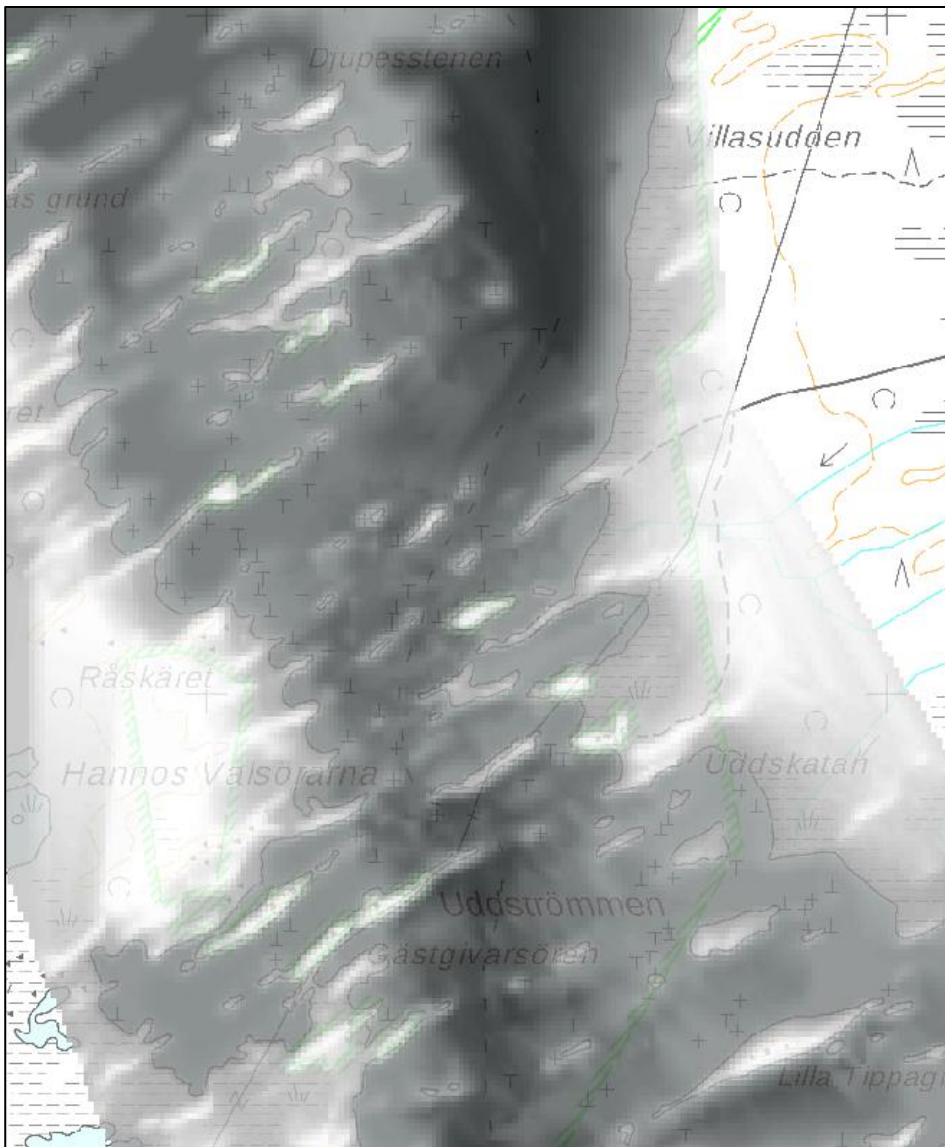


Bild 1. Terrängmodell för Uddströmmen.

Rutornas Manning-koefficient fastställdes till 0.03, vilket är en koefficient för ett område med ett långsamt strömmande litet strömningsmotstånd. Samma koefficient användes för nuläget och planeringssituationen för att resultaten skulle vara jämförbara.

Slänterna för de broar som ingick i utredningen lades till i terrängmodellen och för broöppningarna uppskattades preliminära lägen baserat på modelleringen av nuläget, så att öppningarna placerades på platser där strömningen var som störst. Broalternativ 1A i MKB-bedömningsprogrammet beräknades med två öppningar och de övriga alternativen med en eller två öppningar. Öppningarnas bredd fastställdes till 40 meter när bron har en öppning och till 20 meter när bron har två öppningar.

Flödets storlek och strömningens hastighet i sundet beror främst på havsvattenståndet och hur snabbt den förändras. Detta innebär att det förekommer ett betydande antal olika flödessituationer i sundet. Under perioder med snabba förändringar i havsvattenståndet var flödet som störst. Vid lågt havsvattenstånd minskar tvärsnittsytan för strömningen i sundet, och strömningshastigheterna stiger vid den huvudsakliga

strömningsspunkten och minskar i små vikar. Vid högt havsvattenstånd ökar ytan för strömningstvårsnittet i sundet och strömningshastigheterna minskar i hela området. På grund av det som beskrivs ovan valdes en situation där vattennivån i sundet motsvarar ungefär det av Meteorologiska institutet fastställda teoretiska medelvattenståndet för havsvatten år 2016 (N2000+0.09 m), där brons effekt på strömningarna skulle vara så betydande som möjligt. Flödet fastställdes inte, utan höjdskillnaden mellan vattenytan i Revöfjärden och Djupfjärden fastställdes till 10,0 cm och strömningarna beräknades med denna höjdskillnad.

4 RESULTAT

Resultaten har presenterats i nästa sidor som bilder för olika broalternativ och strömningssriktningar. På bilderna visas strömningsskäligheter, strömningssriktningar och strömningarnas skälighet i beräkningsrutorna.

Enligt resultaten borde öppningen eller öppningarna i bron ha en strömningstvårsnittsyta (den yta som vattnet fyller vid vattenhöjden N2000 + 0,09 m) på 70–75 m². En mindre öppning orsakar fördämning vid högre flöden, som i sin tur minskar strömningsskäligheterna med 0,05–0,2 m/s i förhållandevis stora områden.

Ju mindre vattendjup öppningen har, desto bredare ska broöppningen vara. Detta kan ses till exempel på bildparen 28 och 30. På bild 28 har den 40 meter breda öppningen ett vattendjup på cirka 2,0 meter, vilket innebär att flödet minskar mindre än i en situation enligt bild 30, där vattendjupet vid den ena 20 meter breda öppningen är cirka 2,0 meter och 0,3 meter vid den andra. I en situation enligt bild 28 är tvärsnittsytan för strömningen cirka 80 m² och cirka 46 m² i en situation enligt bild 30. Vid öppningen är det möjligt att öka tvärsnittsytan för strömningen genom att göra broplatsen och dess närområde djupare på cirka 20 meters avstånd uppströms och nedströms från öppningen. I områden med svagt flöde är platser som grävts djupare emellertid benägna att fyllas med sediment, vilket ska beaktas i planeringen. I de modellerade broöppningarna kan flödeskäligheten räcka till för att hålla det djupare området rent, men vid behov bör det göras en noggrannare granskning av den slutliga brosträckningen och flödeskäligheterna vid öppningarna samt den eventuella sedimenteringen.

Utifrån modelleringen kan det bedömas att flödesförhållandena i små grunda vikar i praktiken inte förändras eftersom de är väldigt grunda och flödena är väldigt små. Ett undantag utgörs av små vikar som ligger intill vägbanken. Intill vägbanken och på långt avstånd från öppningarna kan strömningsskäligheterna minska betydligt, vilket framkommer bland annat på bildparet 16 och 18. Förutom huvudflödesöppningen rekommenderas att öppningar även placeras i små vikar så att vattnets ganska långsamma naturliga flödesrutt bryts av.

Seinäjäki 2.7.2017

DI Jami Aho

Världsarvsvägens bro, resultatbilder

På bilderna visas strömningar i nuläget och förändringar i strömningarna för olika broalternativ och separat med sydlig och nordlig strömning.

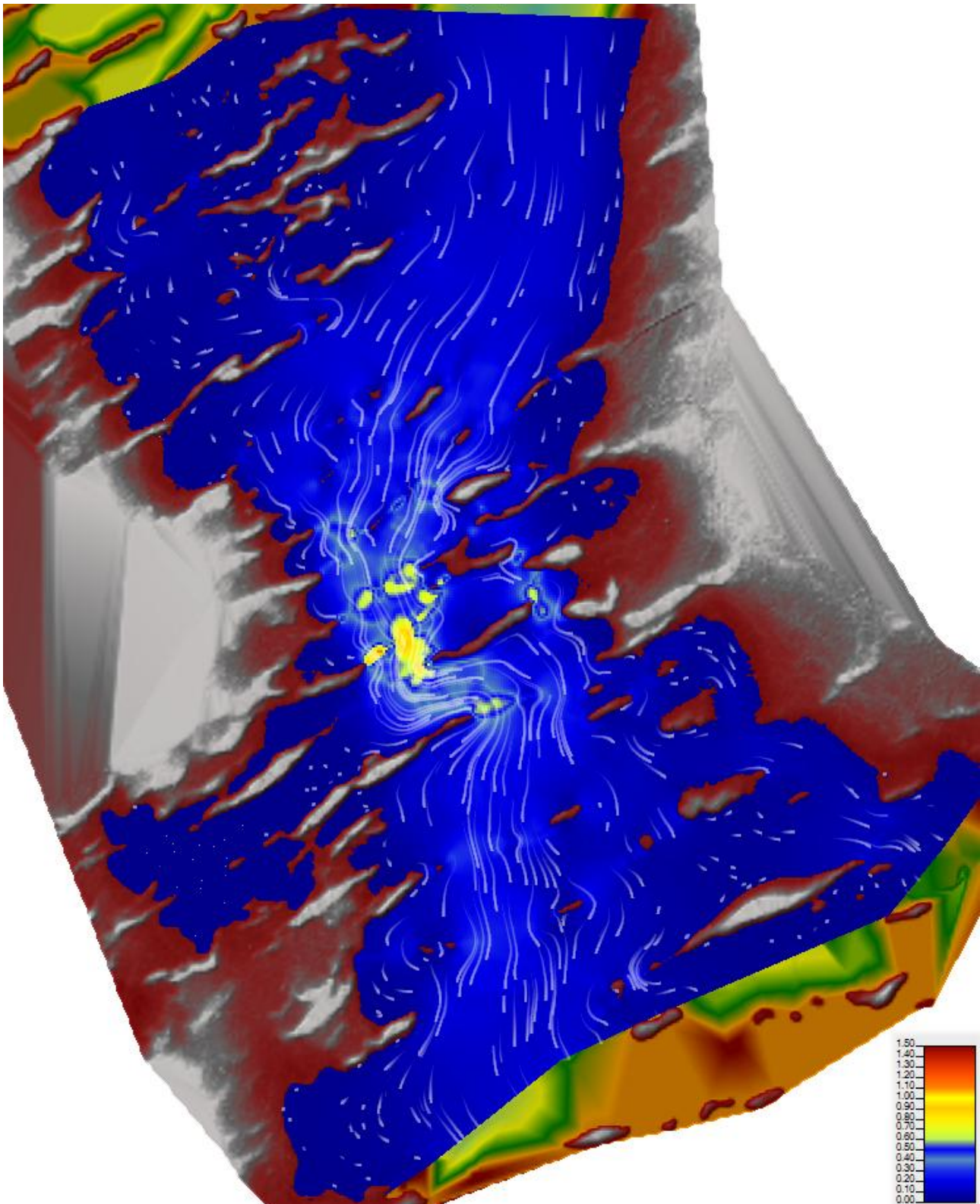


Bild 1. Nuläge, strömning söderut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar.

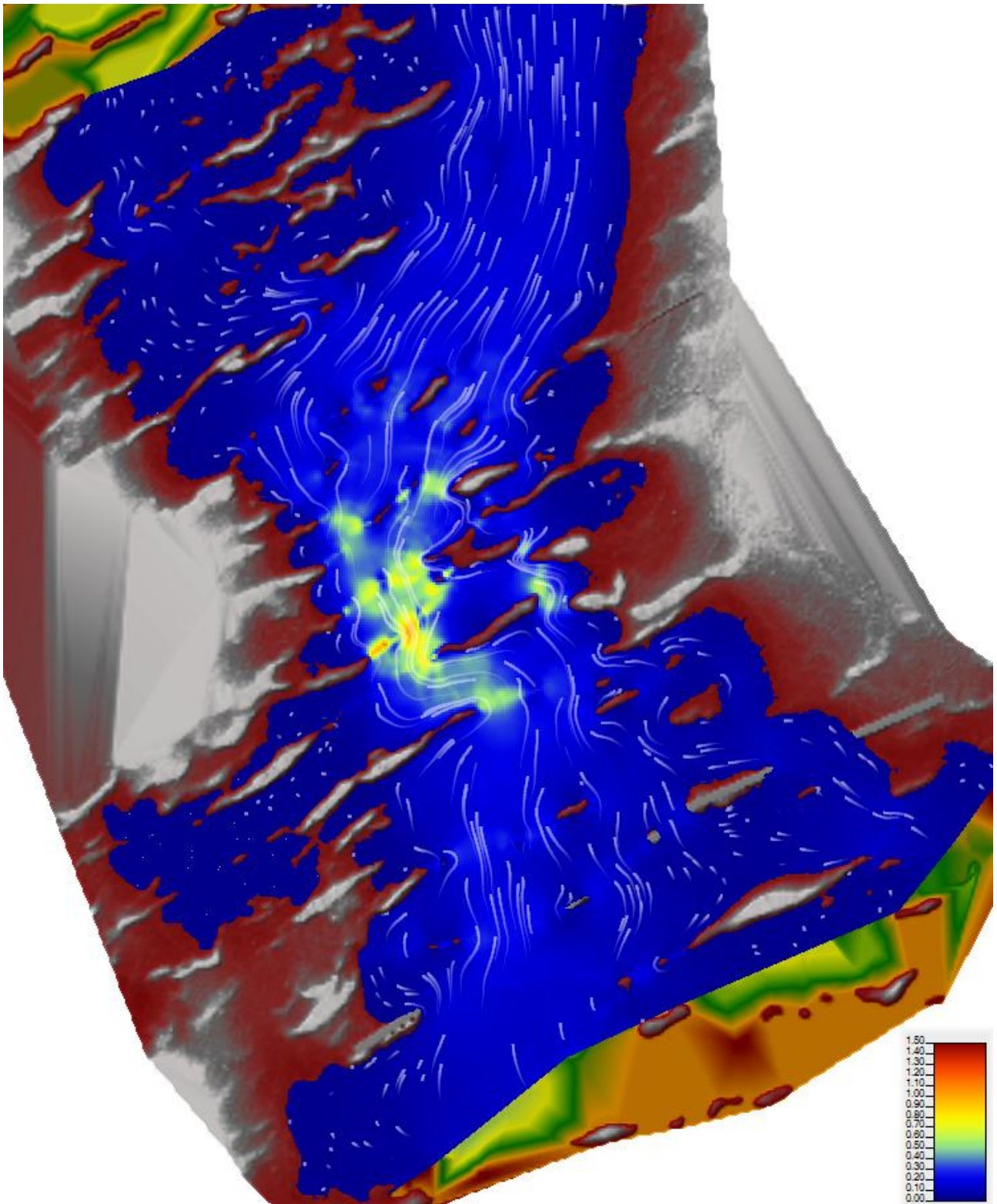


Bild 2. Nuläge, strömning norrut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar.

Alternativ 1A

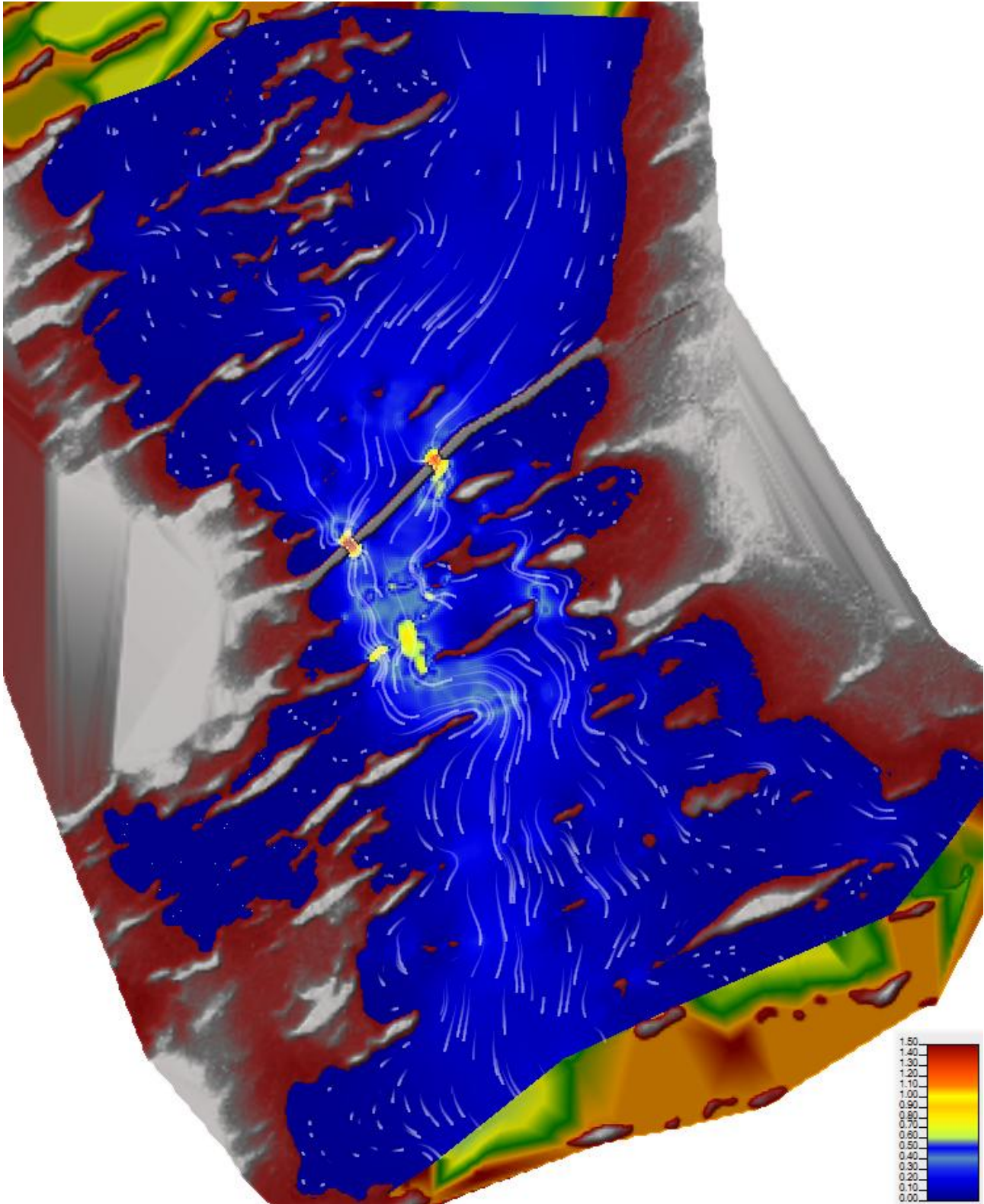


Bild 3. Alternativ 1A, strömning söderut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

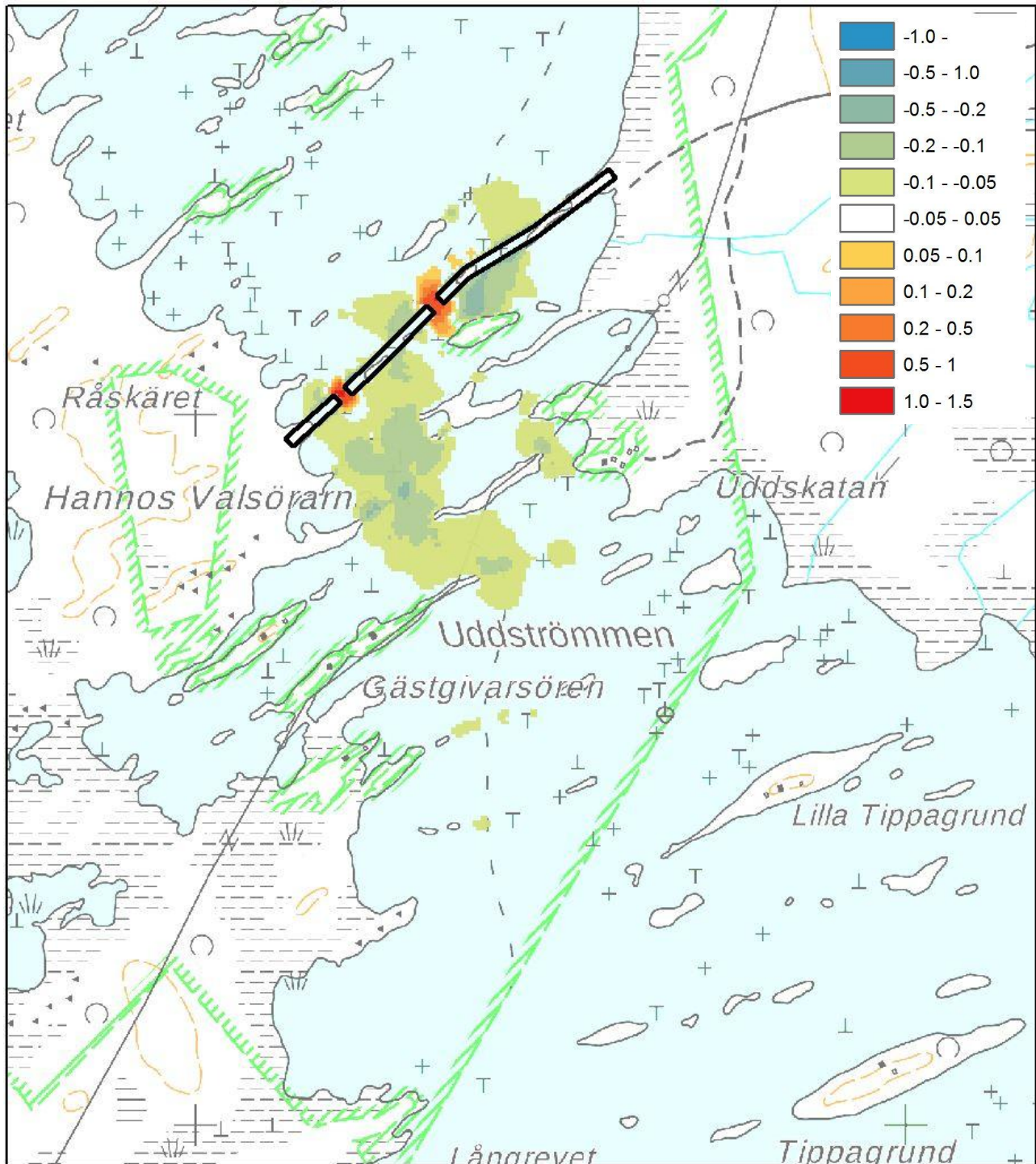


Bild 4. Alternativ 1A, strömning söderut, förändring i strömningshastighet (m/s). Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

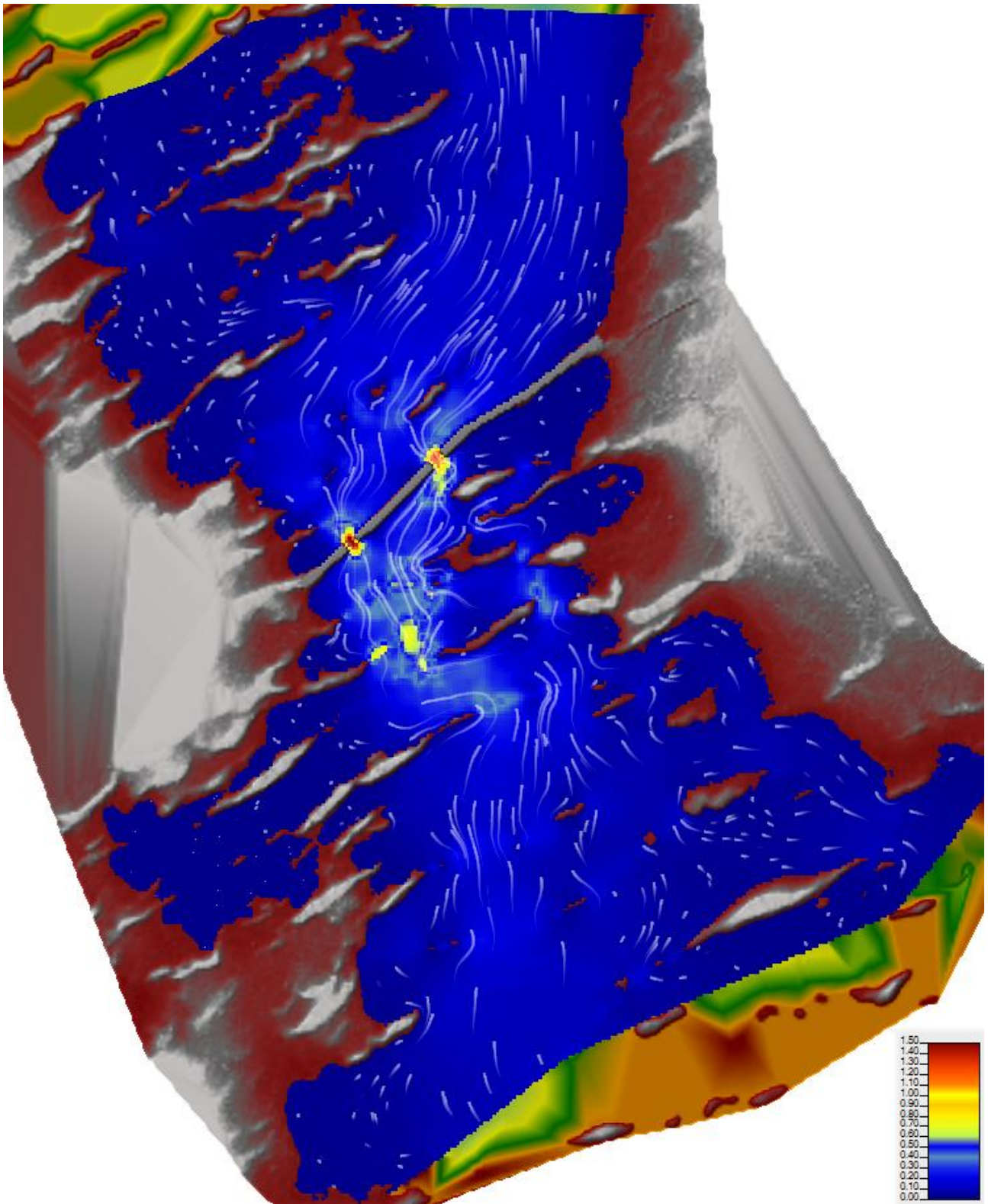


Bild 5. Alternativ 1A, strömning norrut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar.

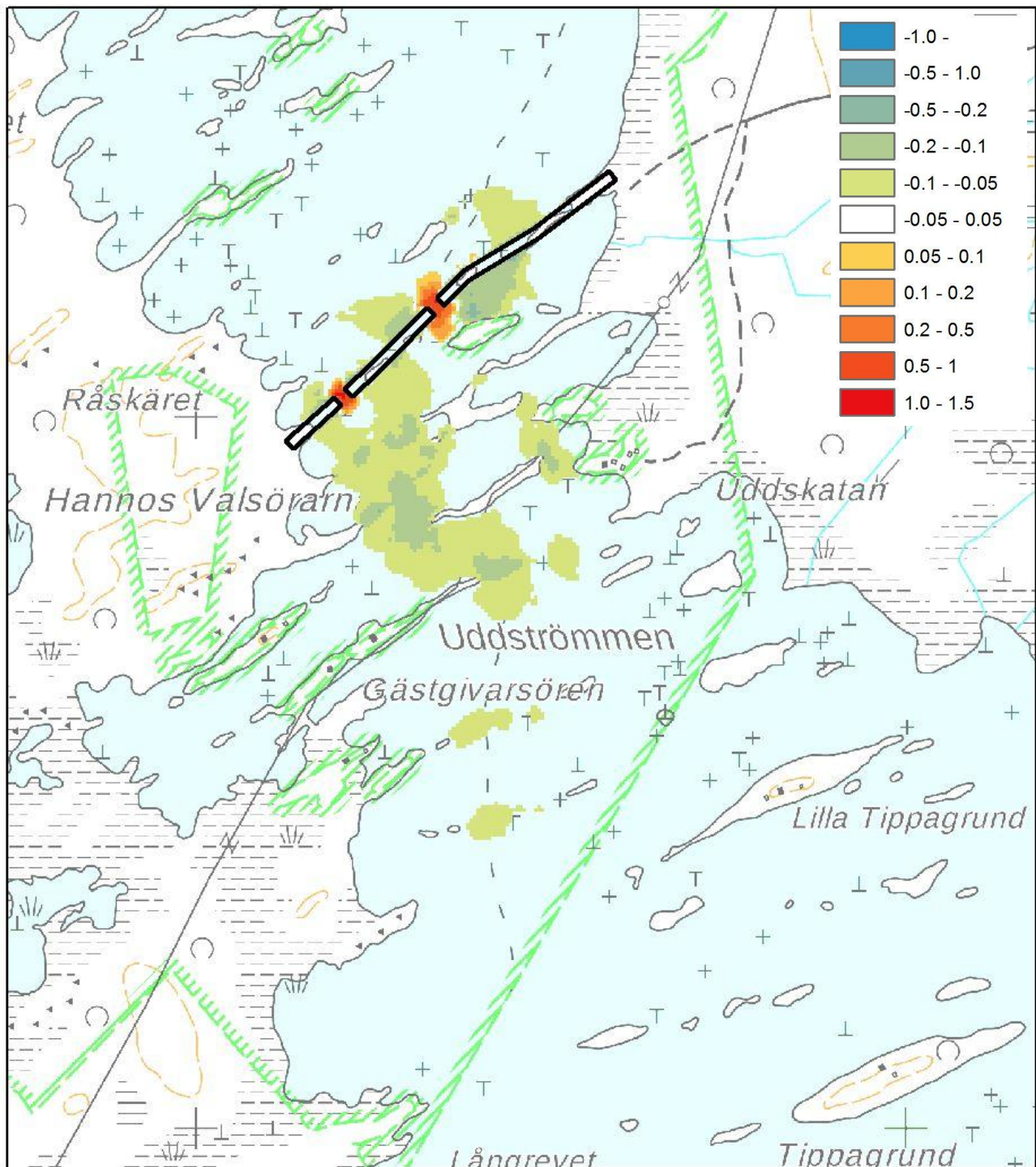


Bild 6. Alternativ 1A, strömning norrut, förändring i strömningshastighet (m/s). Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

Alternativ 1B

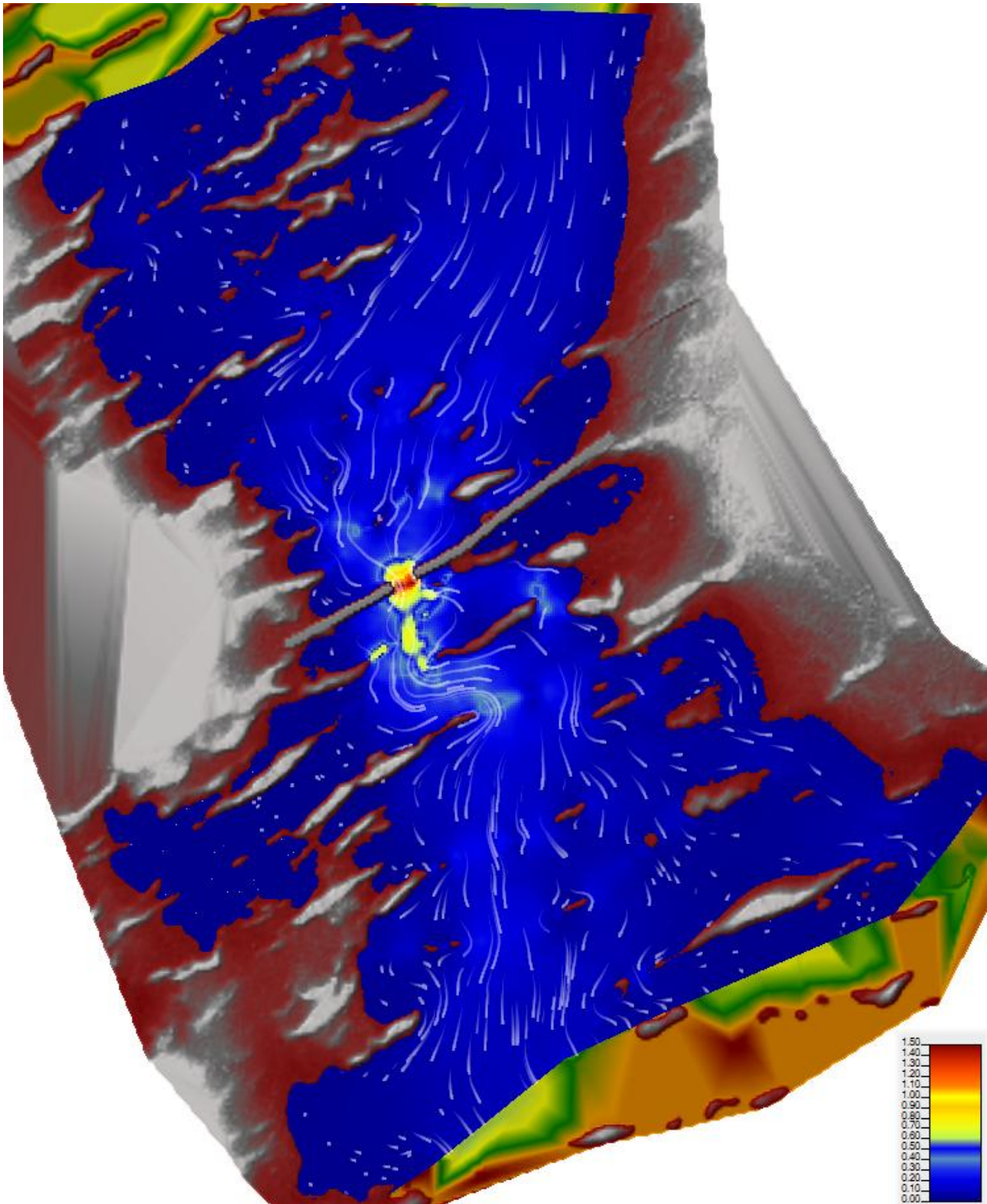


Bild 7. Alternativ 1B, strömning söderut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar.

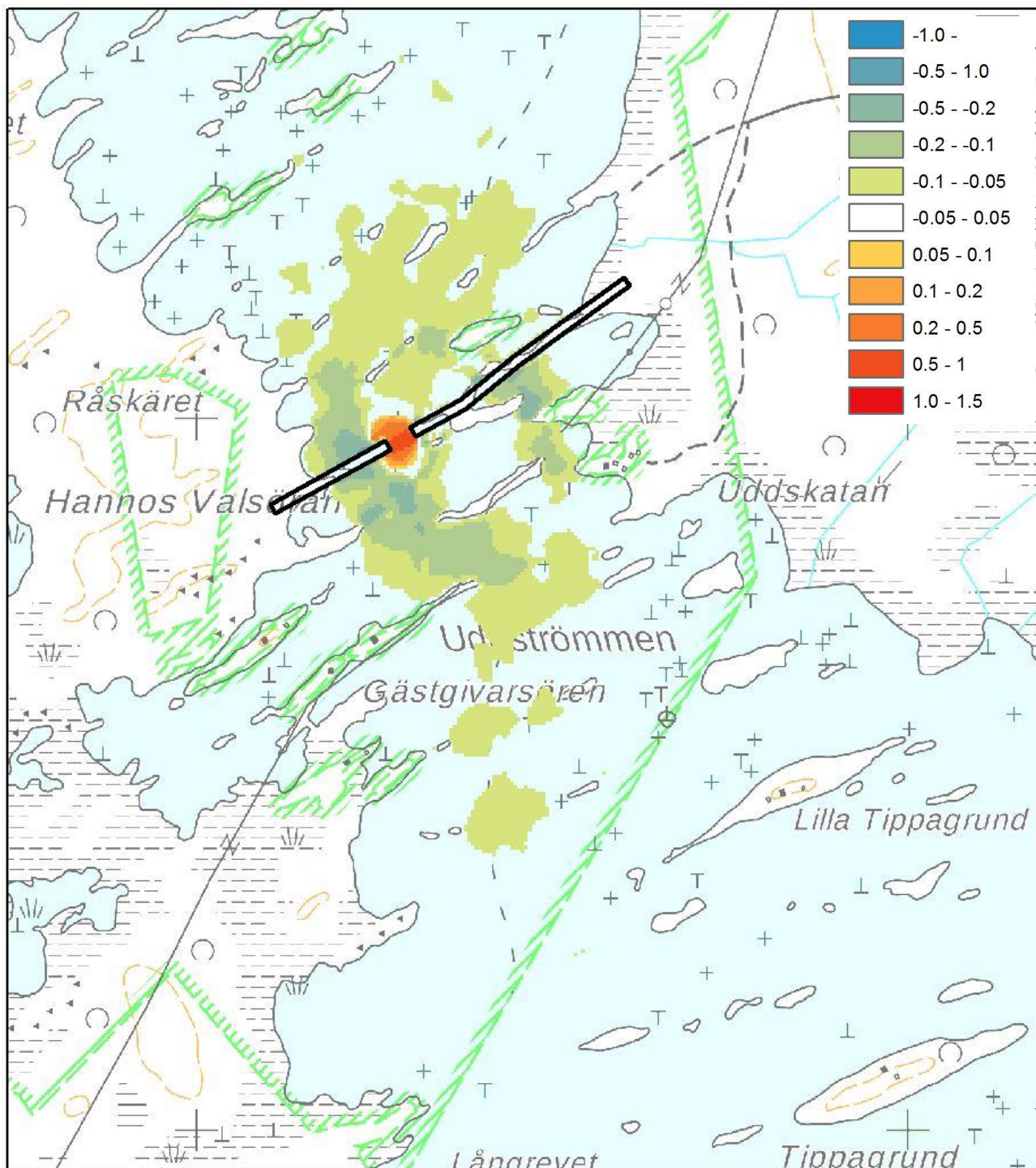


Bild 8. Alternativ 1B, strömning söderut, förändring i strömningshastighet (m/s), en öppning. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

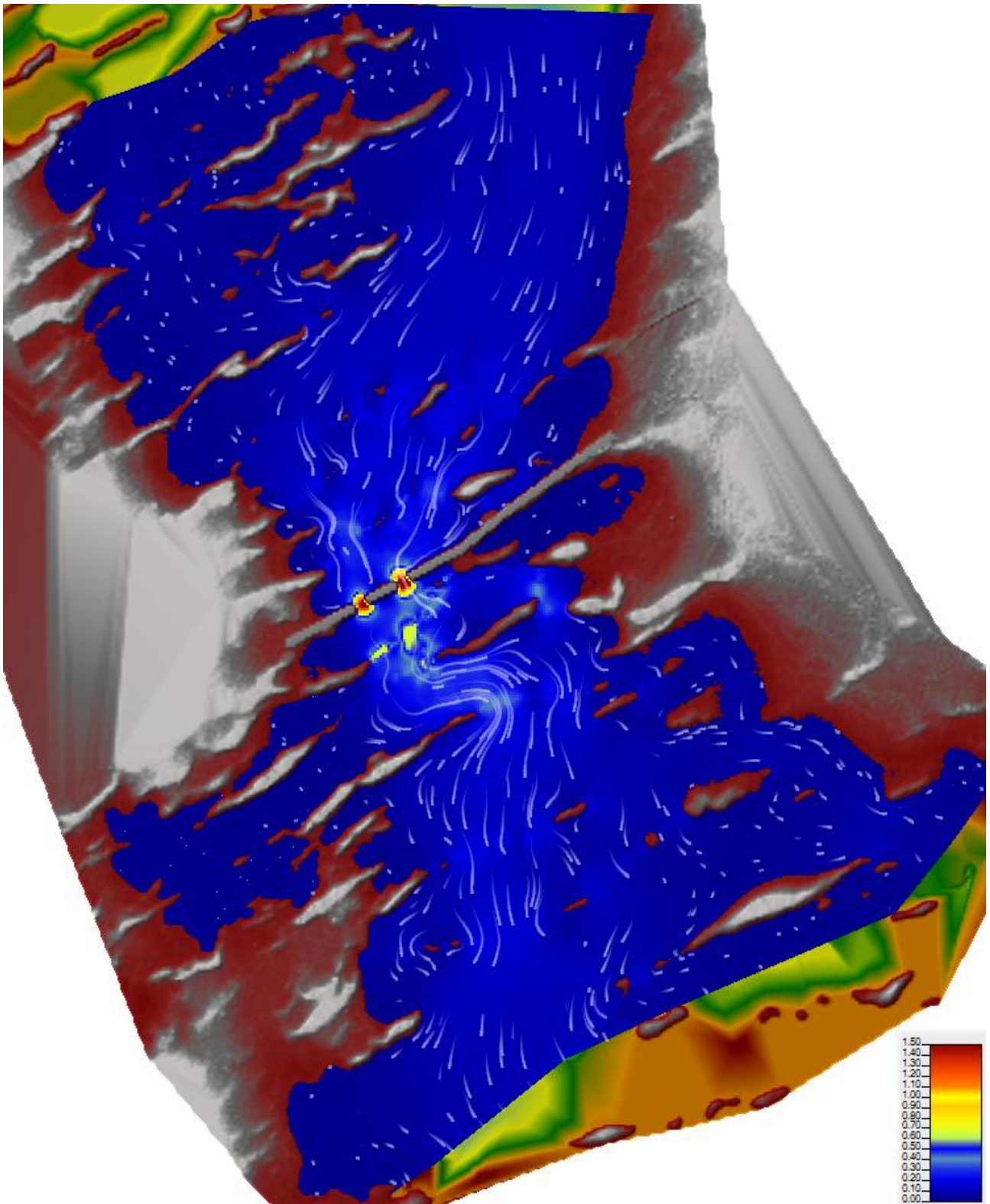


Bild 9. Alternativ 1B, strömning söderut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar, två öppningar.

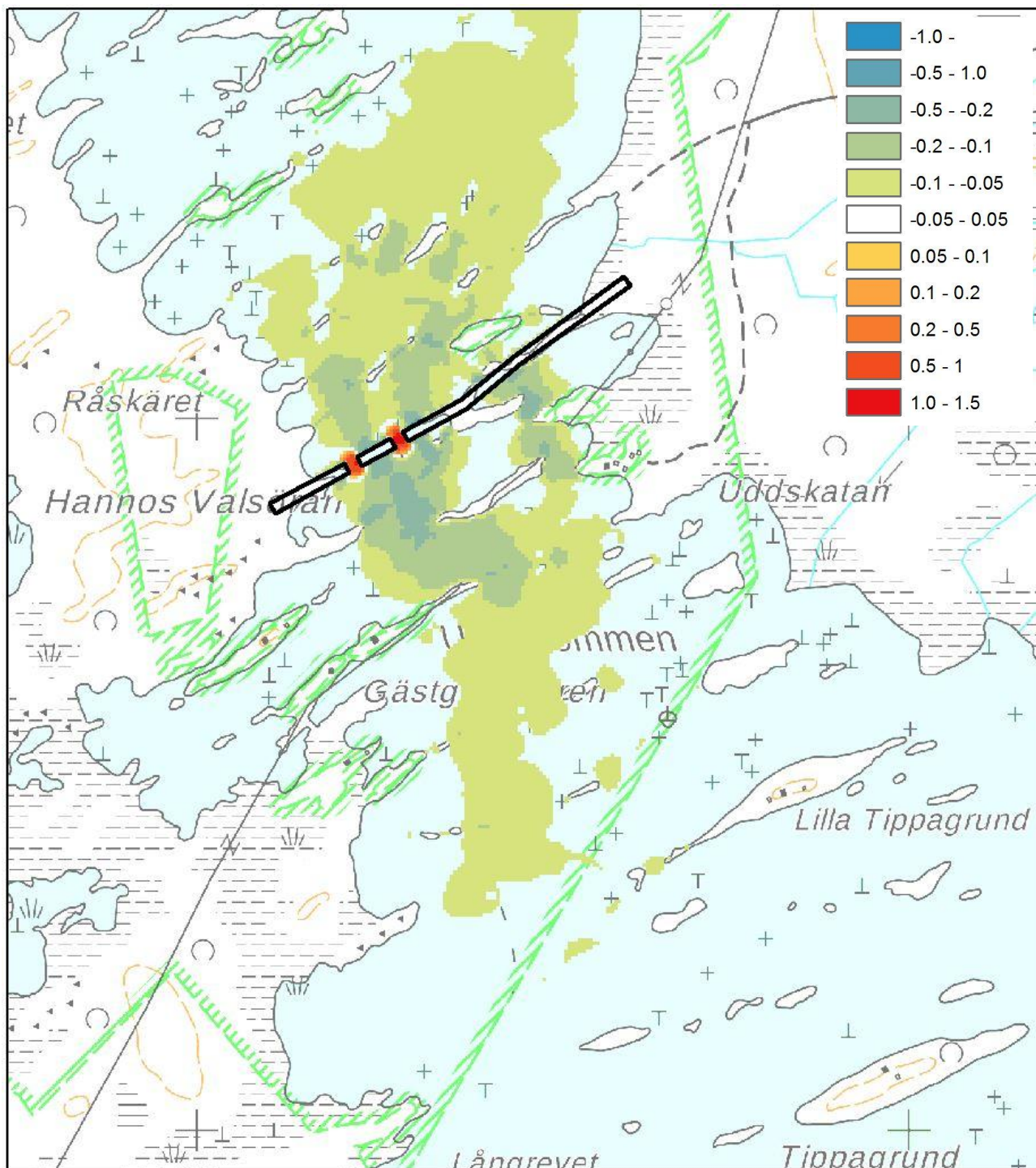


Bild 10. Alternativ 1B, strömning söderut, förändring i strömningshastighet (m/s), två öppningar. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

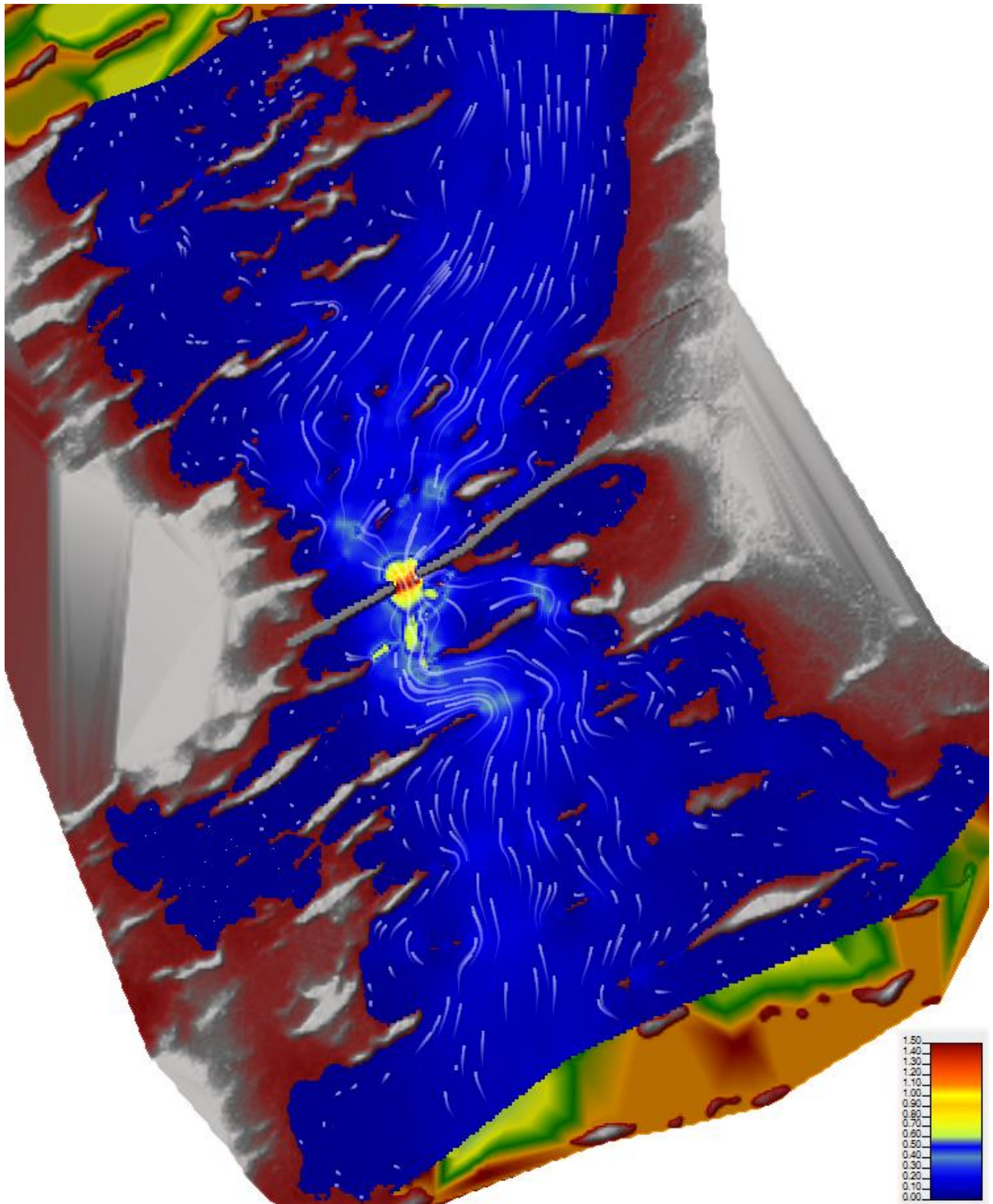


Bild 11. Alternativ 1B, strömning norrut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar.

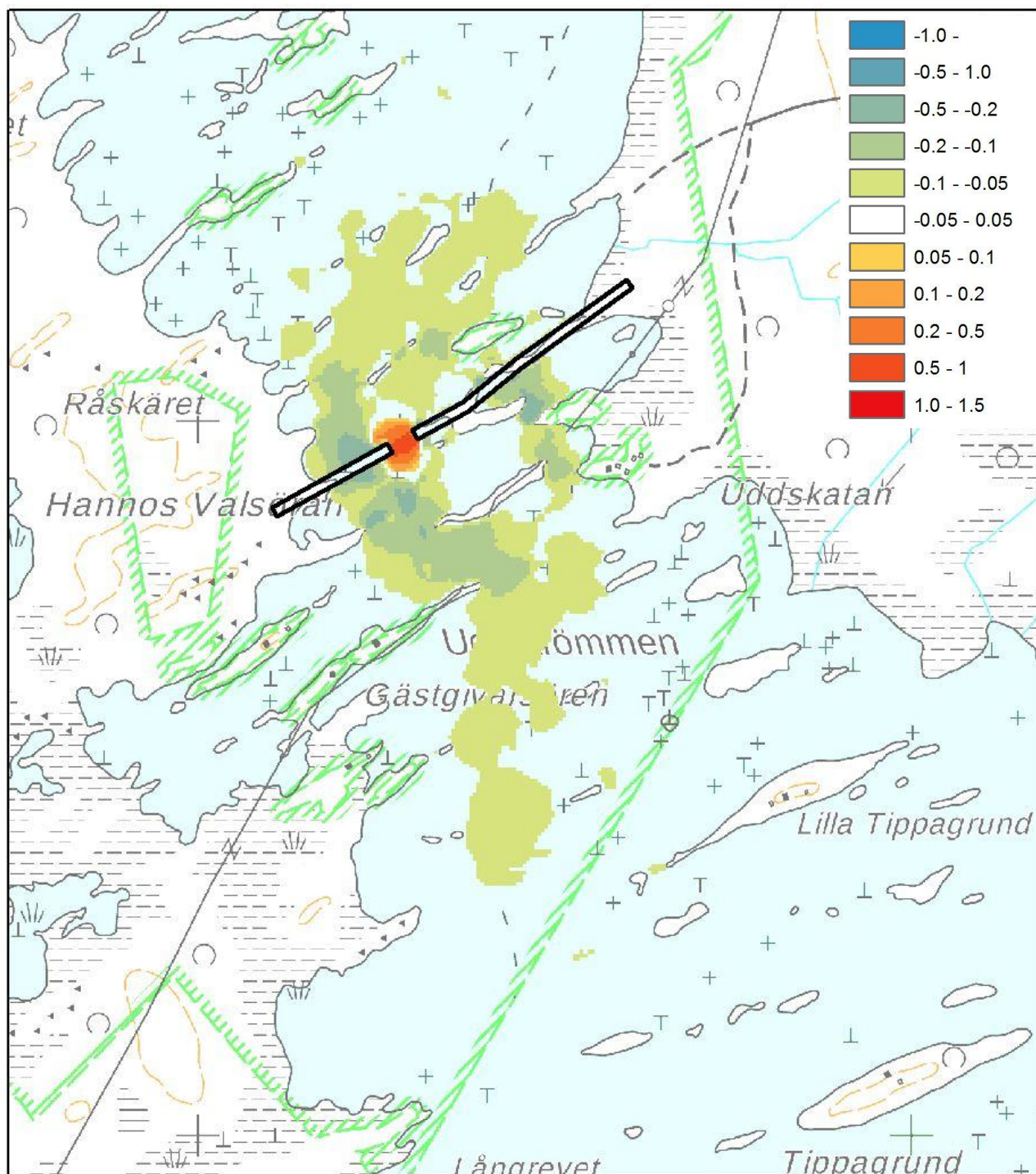


Bild 12. Alternativ 1B, strömning norrut, förändring i strömningshastighet (m/s), en öppning. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

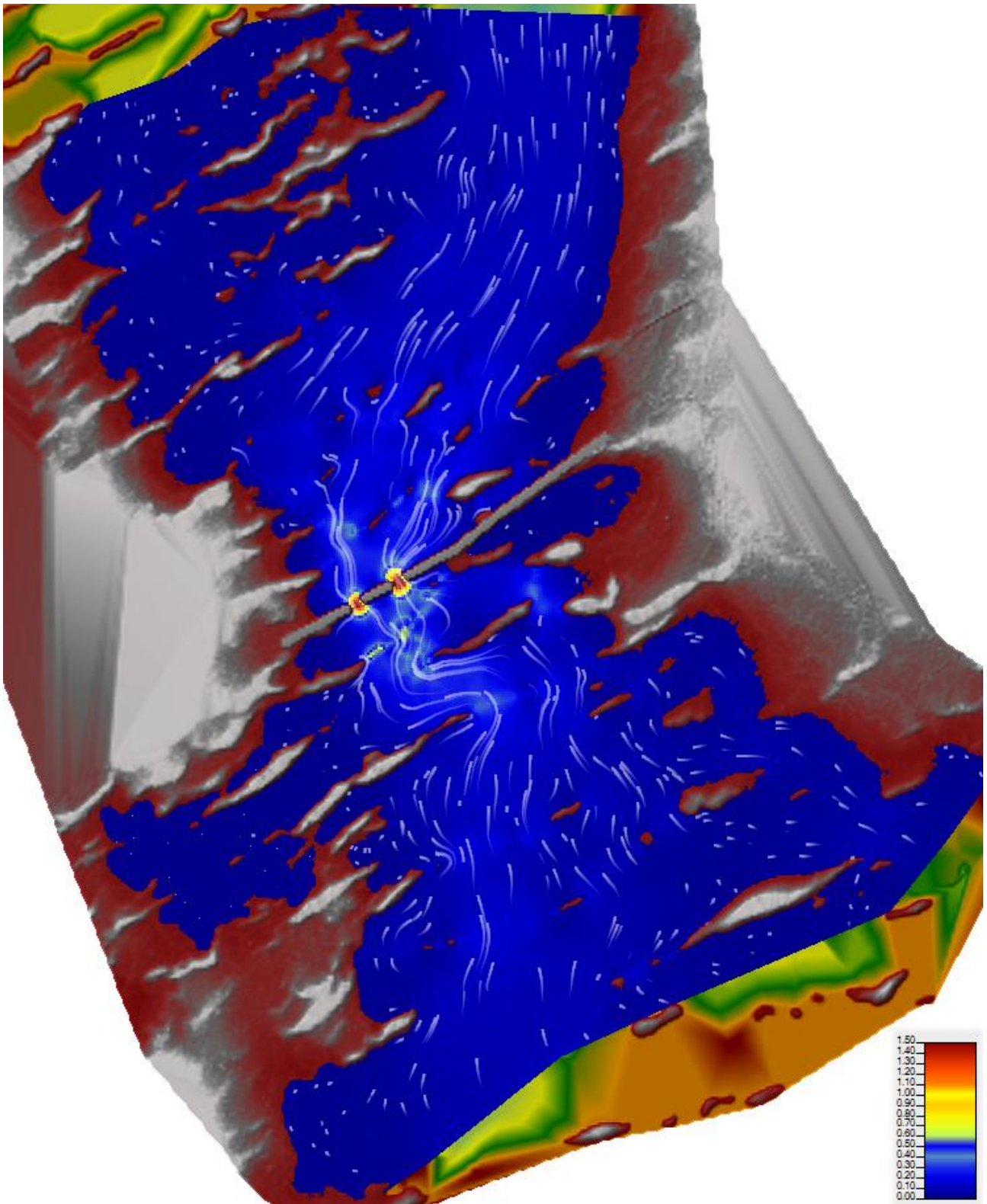


Bild 13. Alternativ 1B, strömning norrut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar, två öppningar.

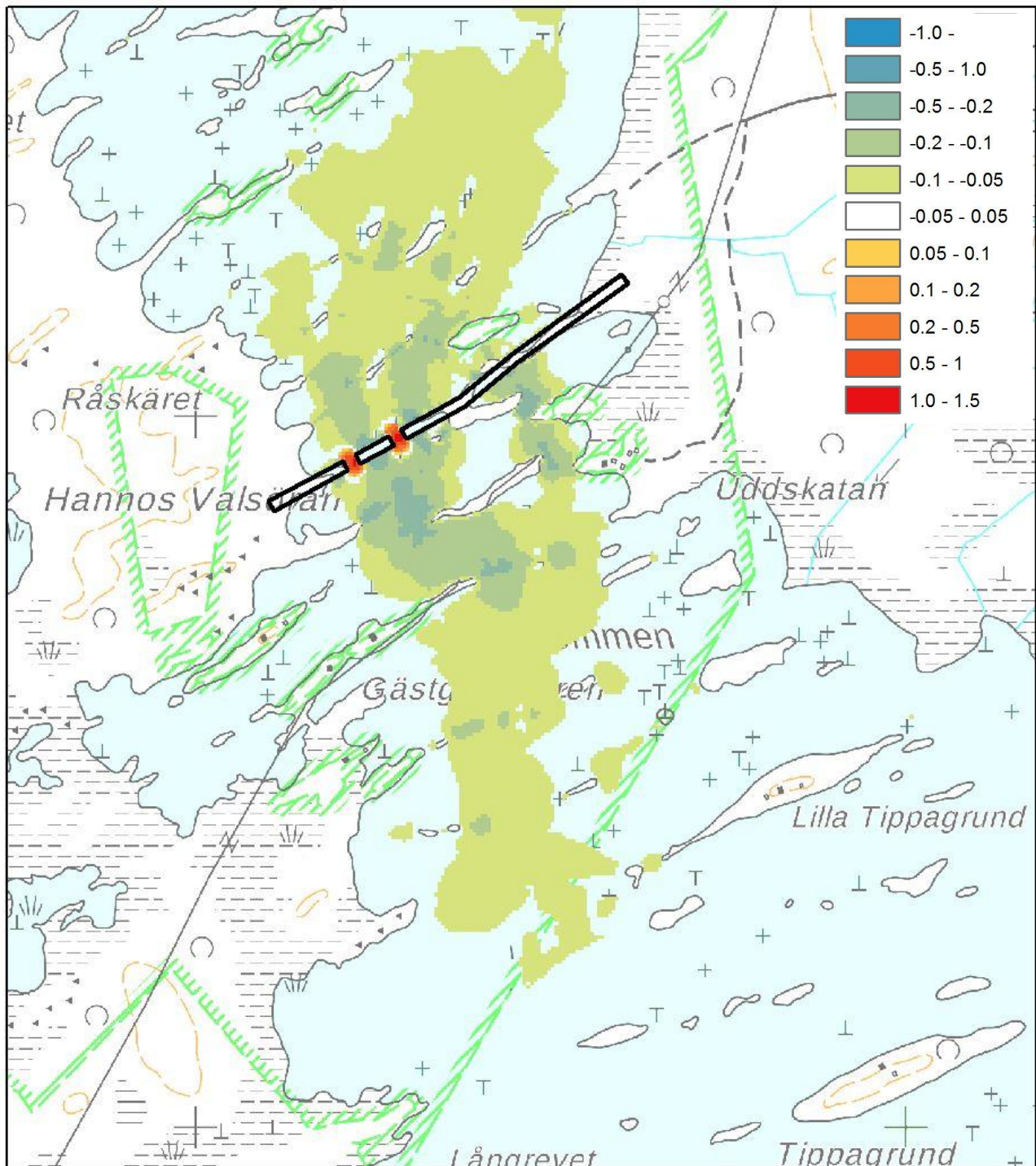


Bild 14. Alternativ 1B, strömning norrut, förändring i strömningshastighet (m/s), två öppningar. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

Alternativ 1C

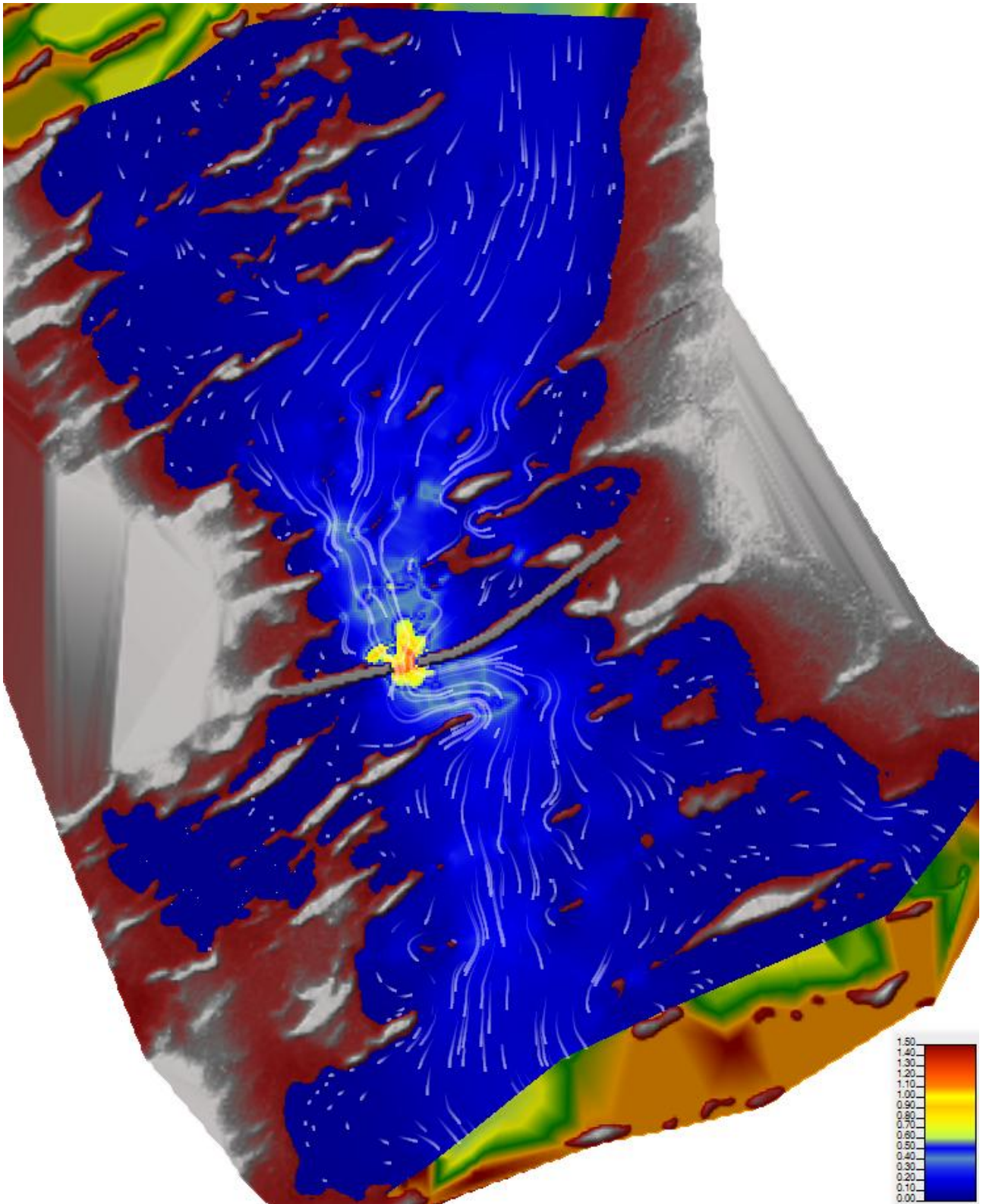


Bild 15. Alternativ 1C, strömning söderut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar.

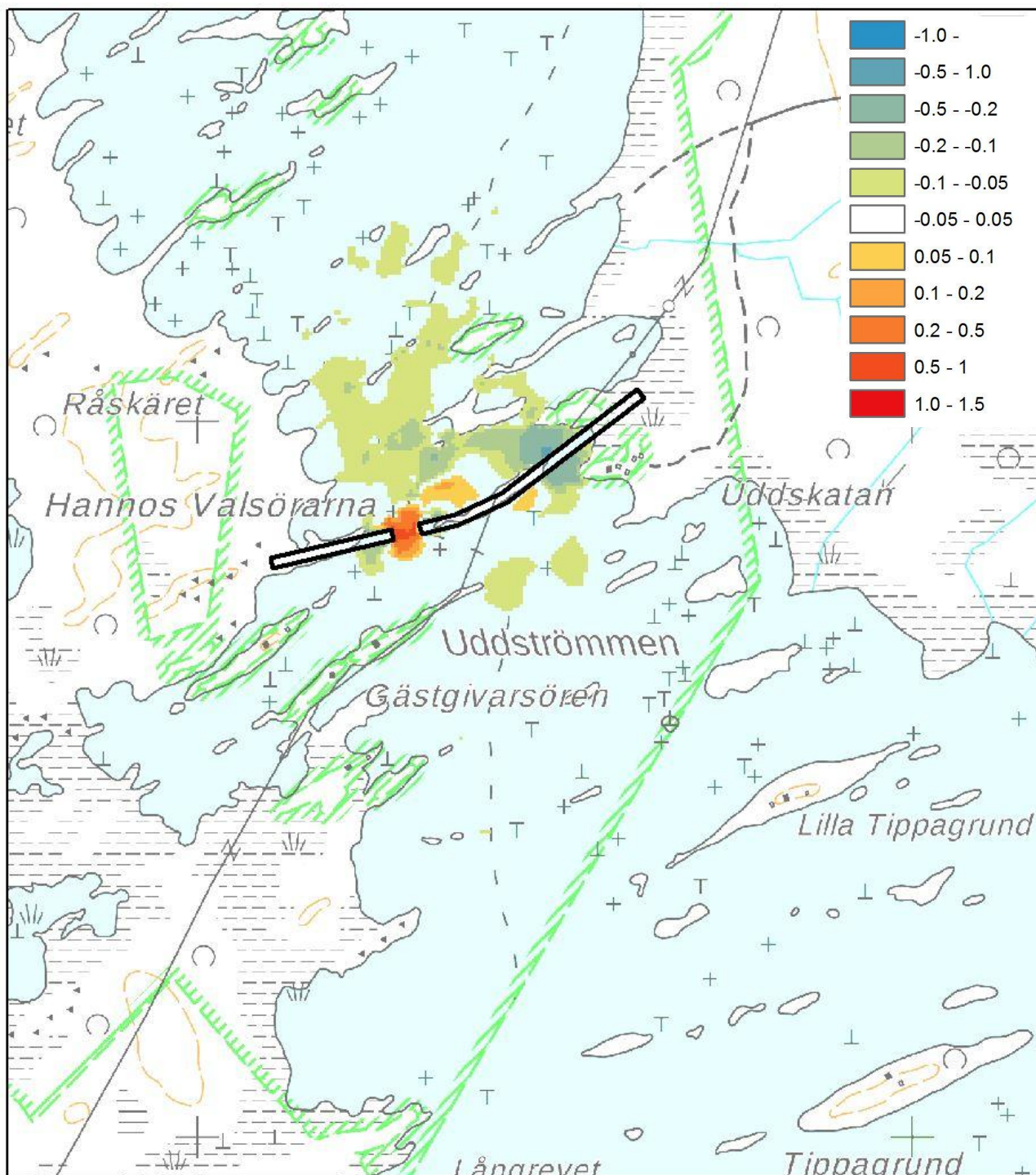


Bild 16. Alternativ 1C, strömning söderut, förändring i strömningshastighet (m/s), en öppning Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

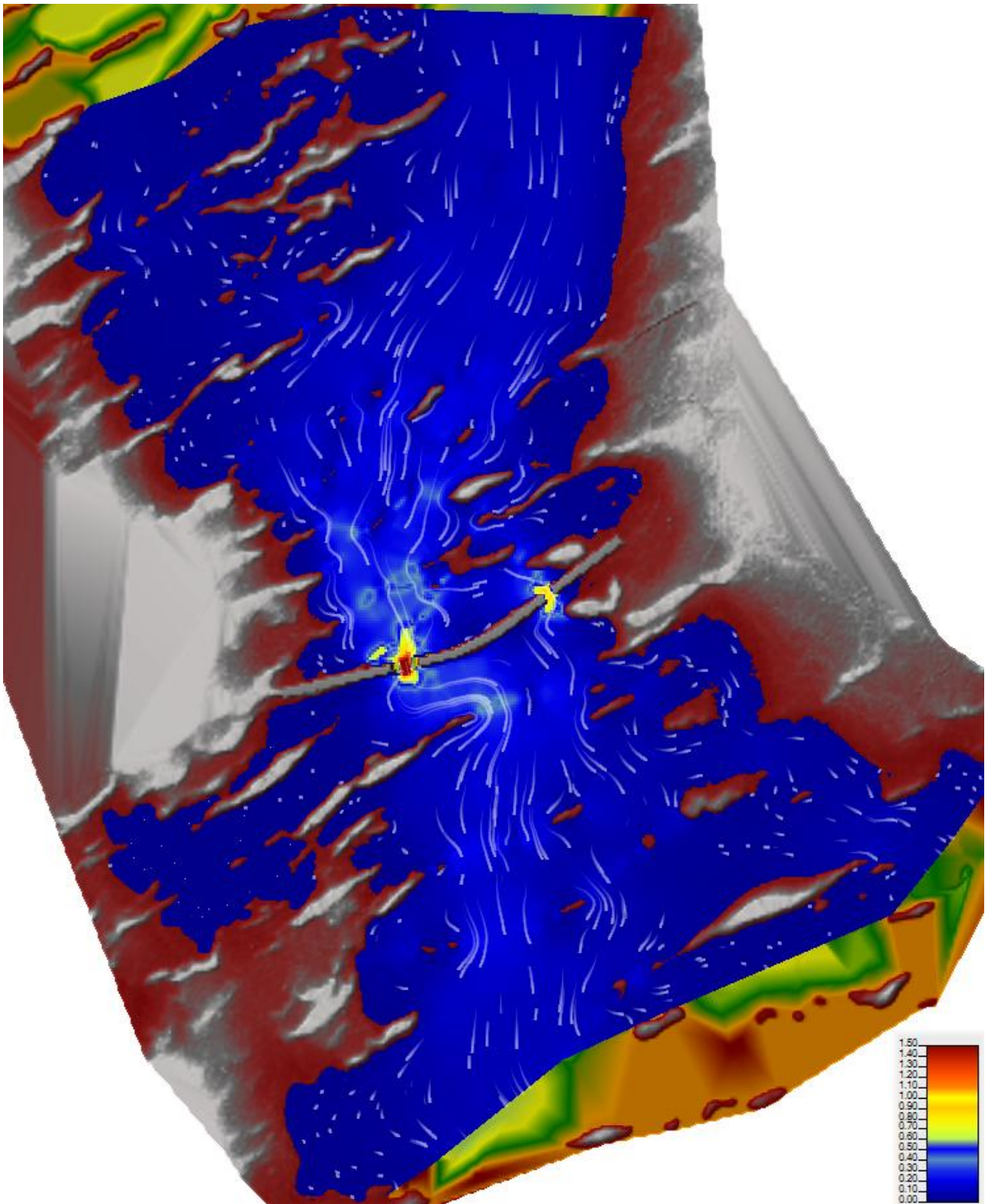


Bild 17. Alternativ 1C, strömning söderut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar, två öppningar.

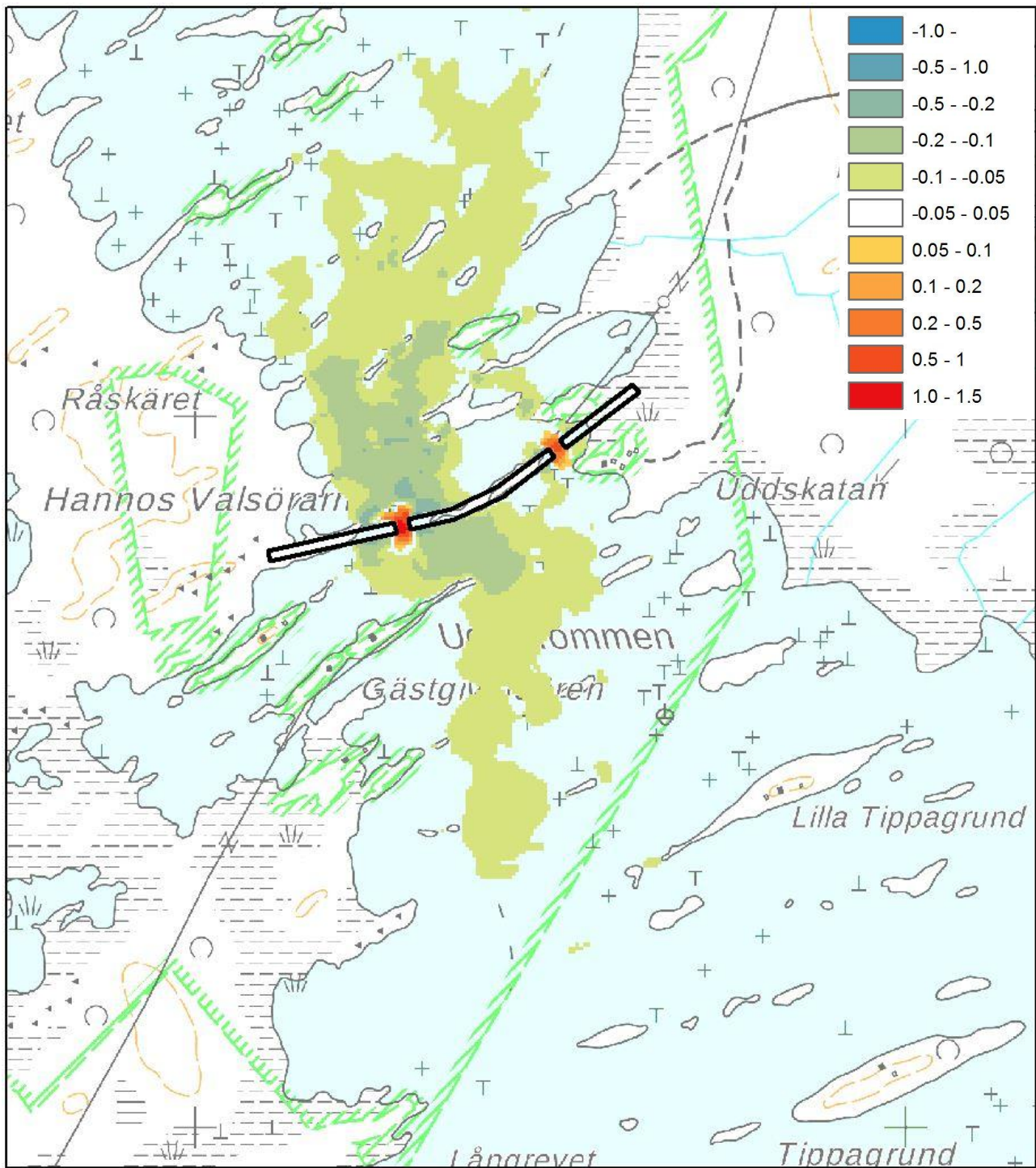


Bild 18. Alternativ 1C, strömning söderut, förändring i strömningshastighet (m/s), två öppningar. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

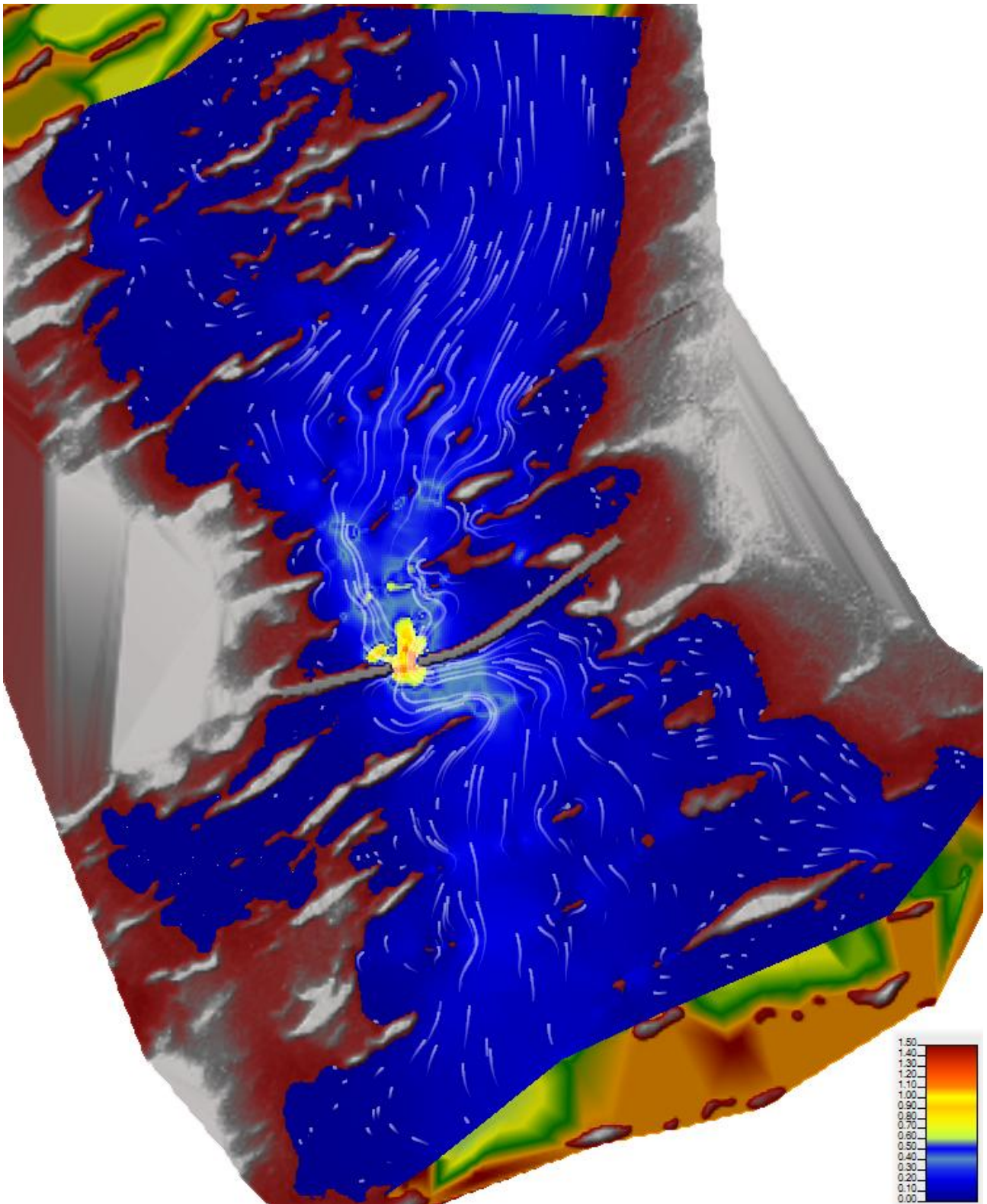


Bild 19. Alternativ 1C, strömning norrut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar.

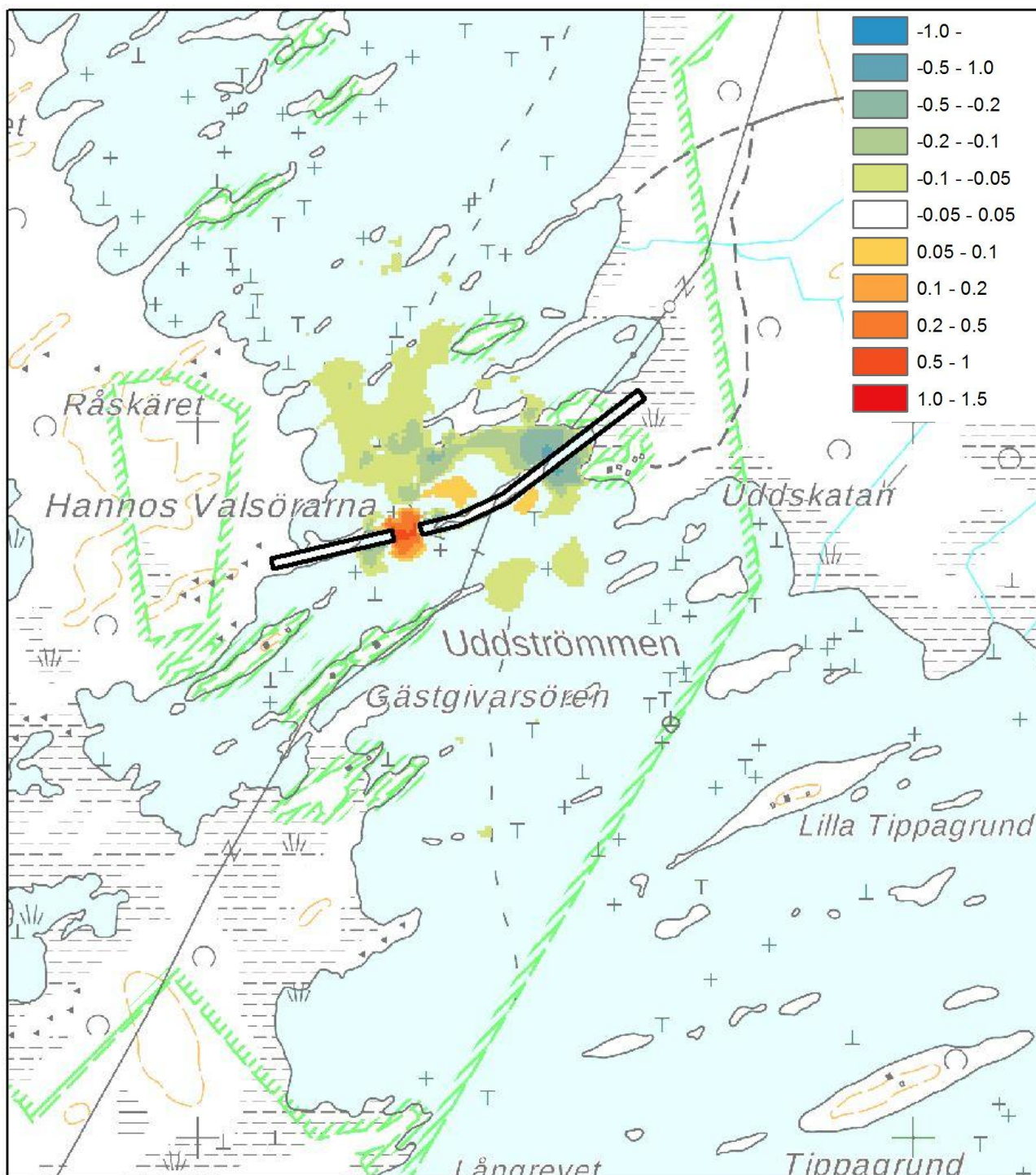


Bild 20. Alternativ 1C, strömning norrut, förändring i strömningshastighet (m/s), en öppning. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

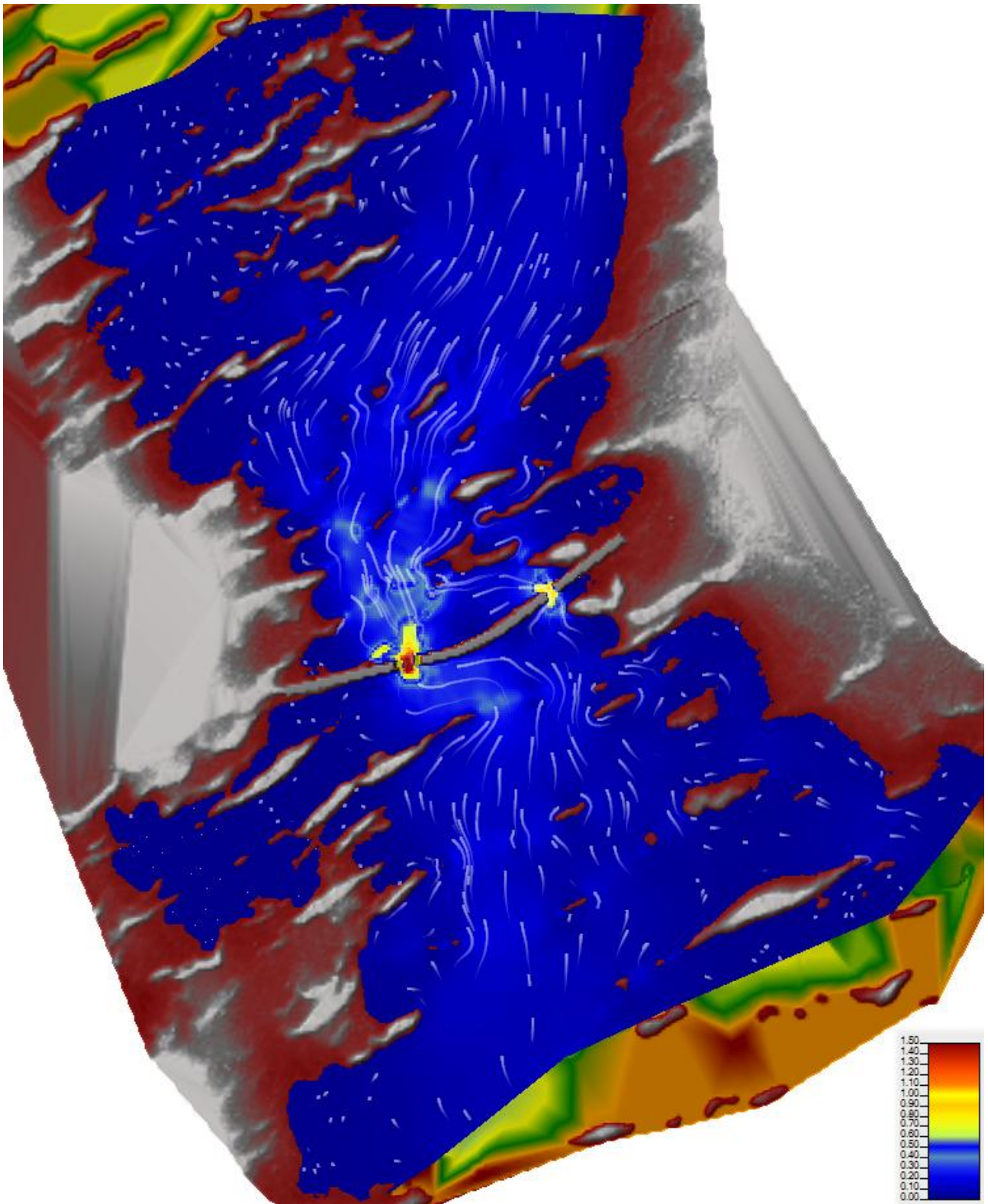


Bild 21. Alternativ 1C, strömning norrut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar, två öppningar.

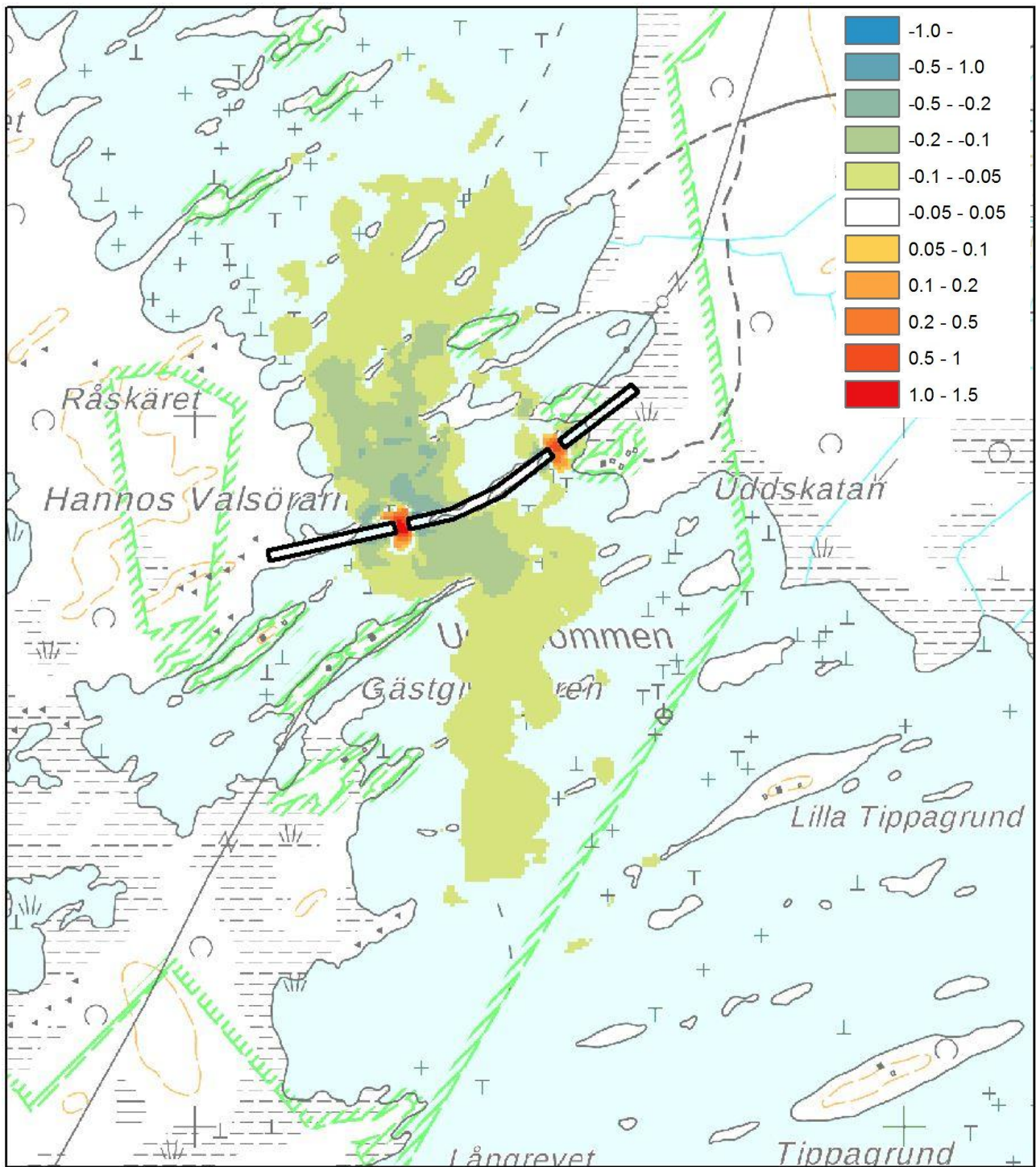


Bild 22. Alternativ 1C, strömning norrut, förändring i strömningshastighet (m/s), två öppningar. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

Alternativ 2

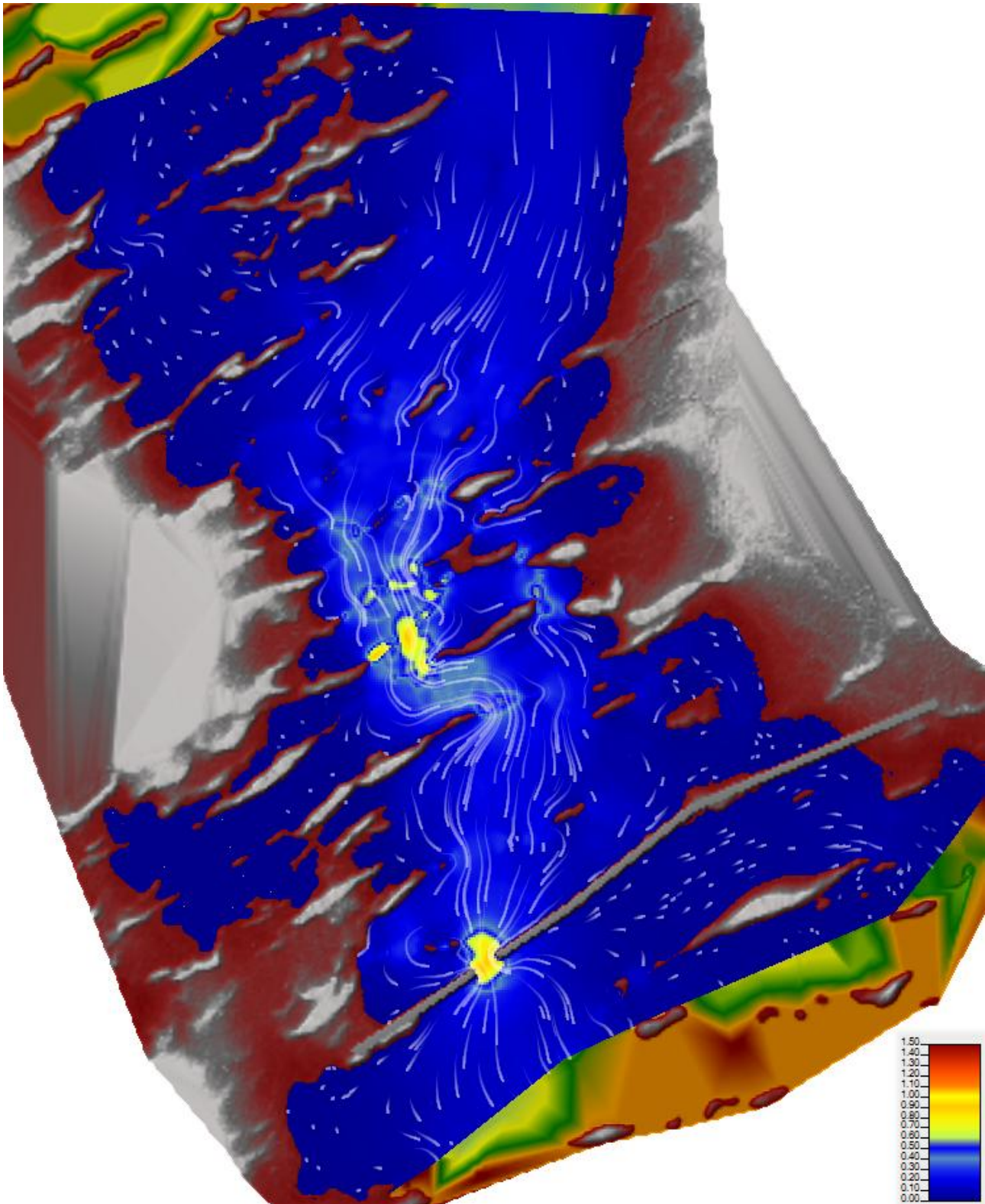


Bild 23. Alternativ 2, strömning söderut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar.

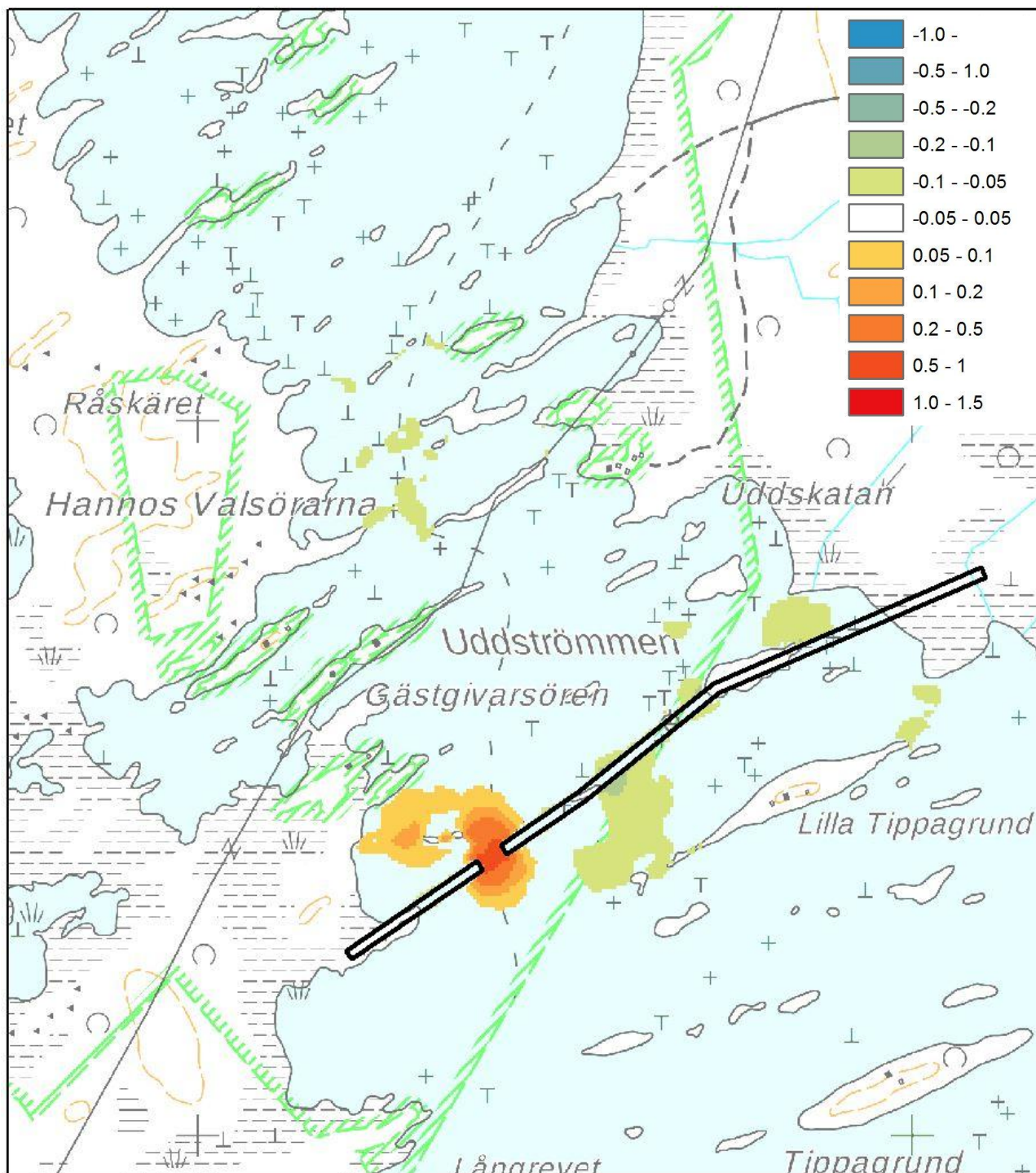


Bild 24. Alternativ 2, strömning söderut, förändring i strömningshastighet (m/s), en öppning. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

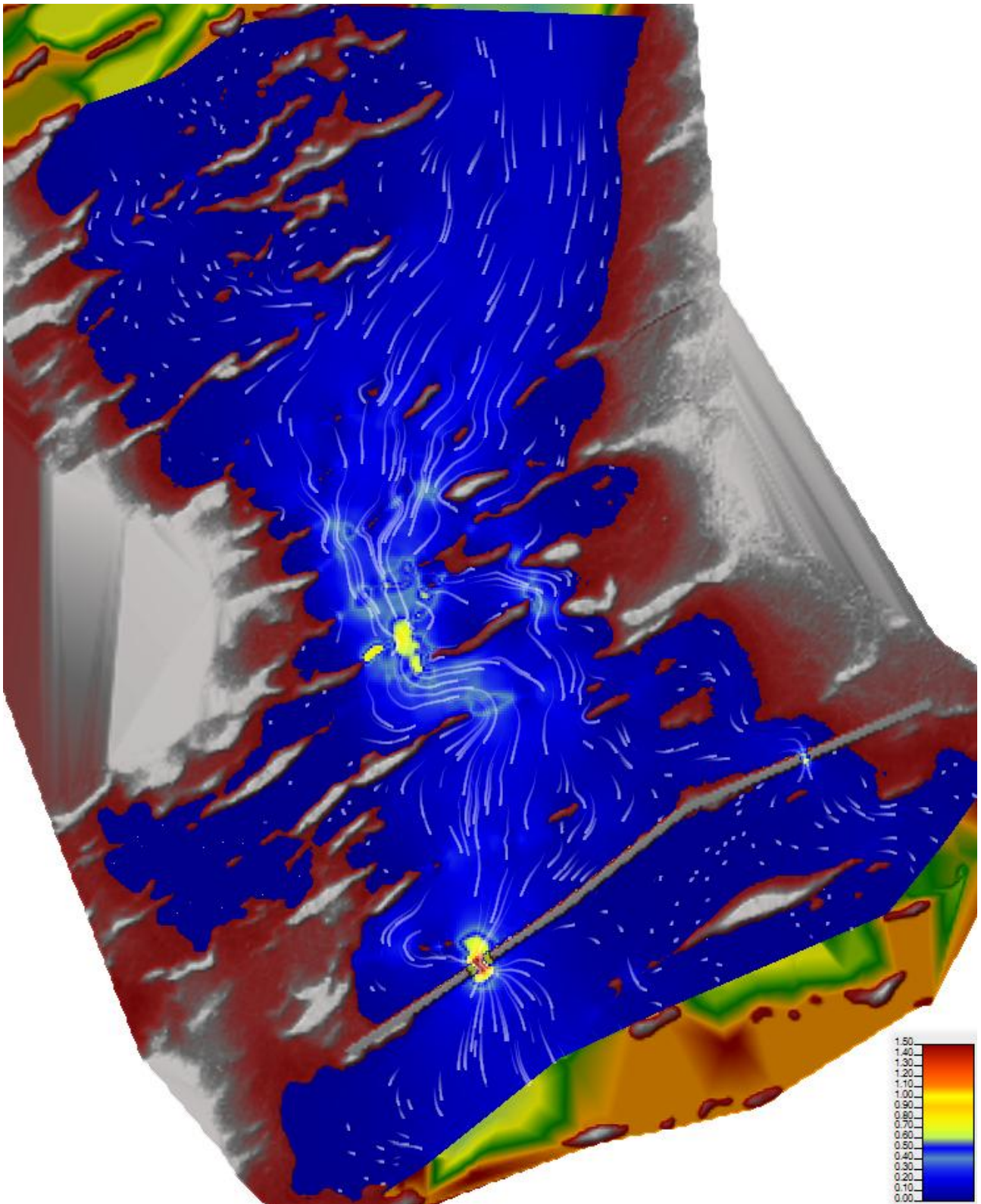


Bild 25. Alternativ 2, strömning söderut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar, två öppningar.

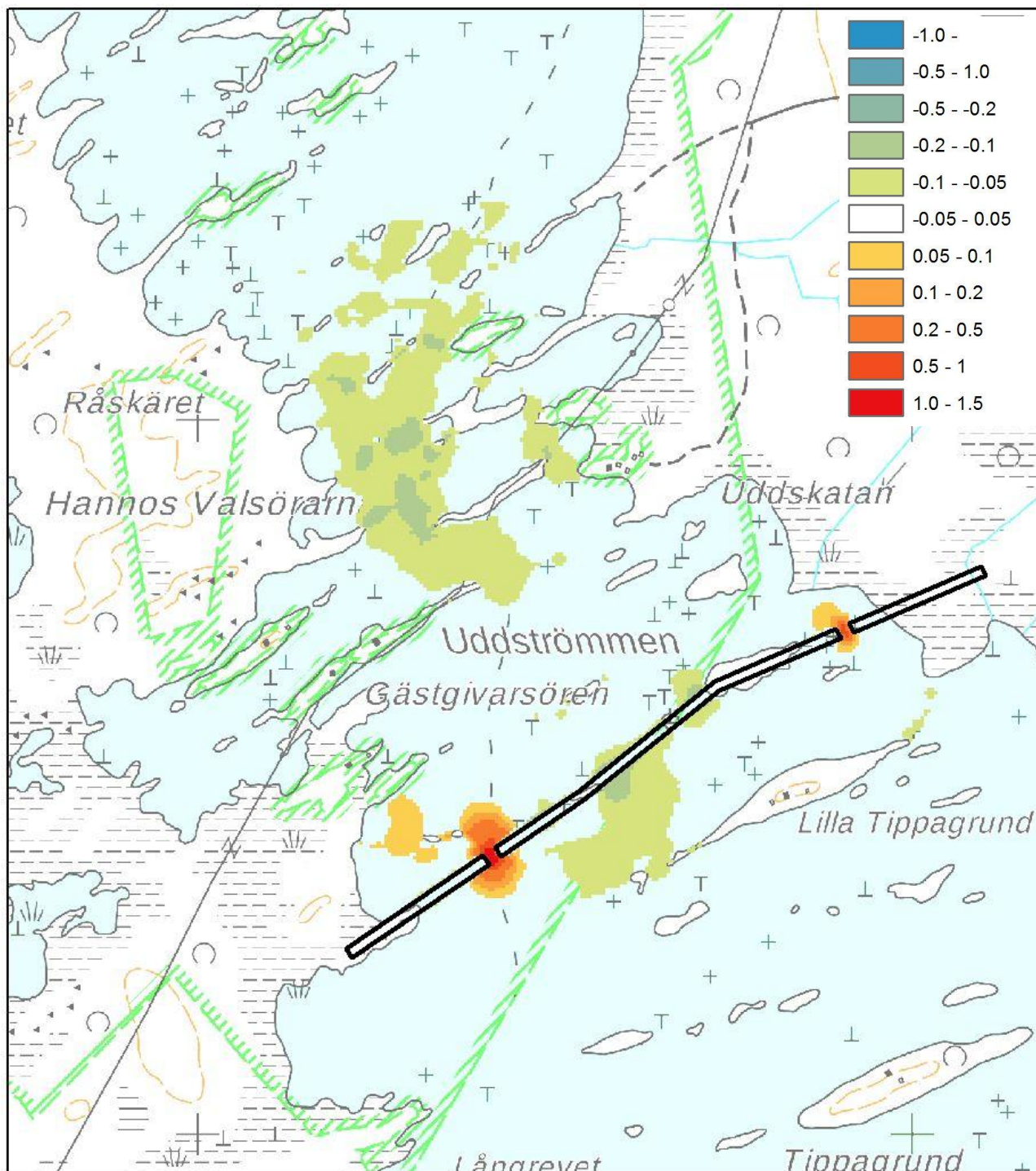


Bild 26. Alternativ 2, strömning söderut, förändring i strömningshastighet (m/s), två öppningar. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

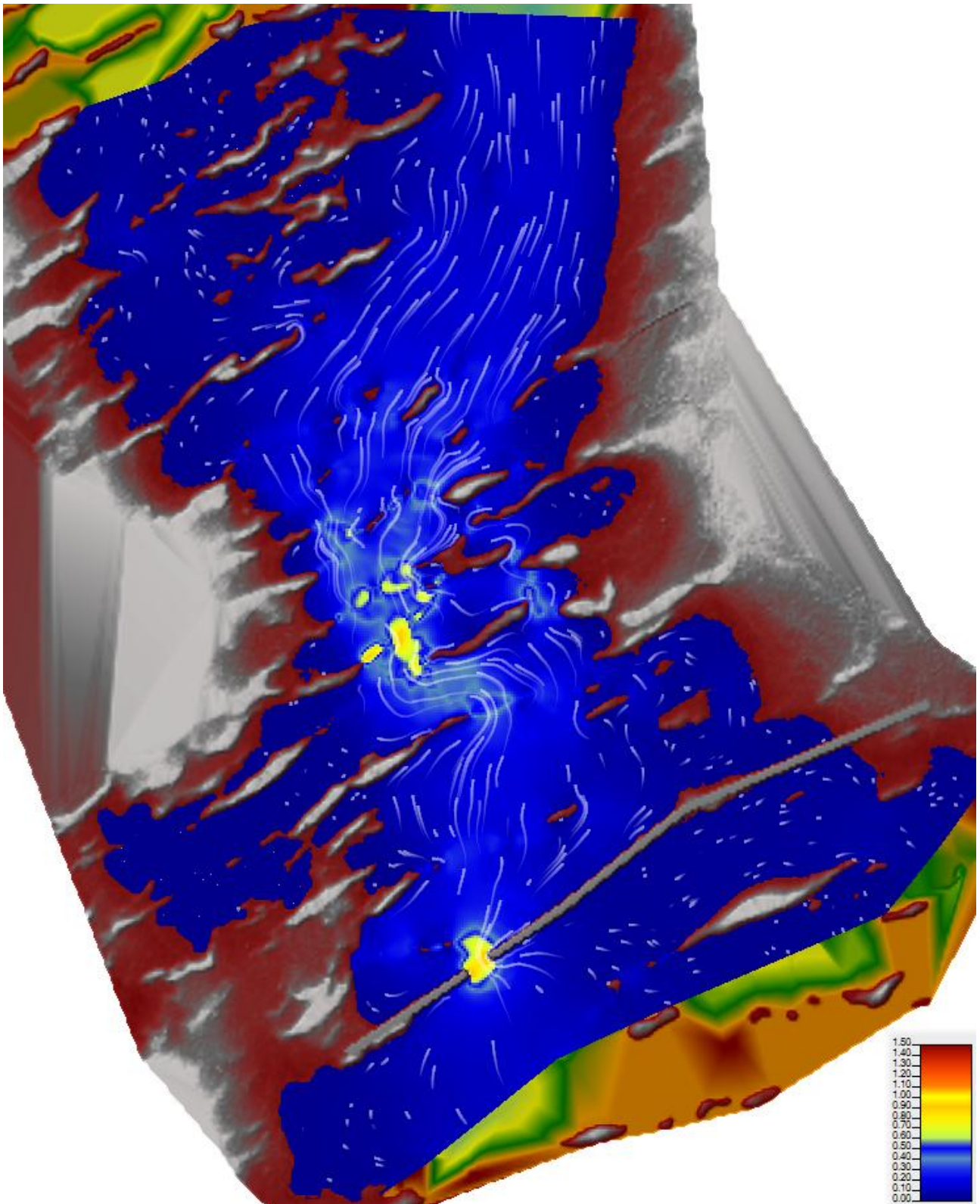


Bild 27. Alternativ 2, strömning norrut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar.

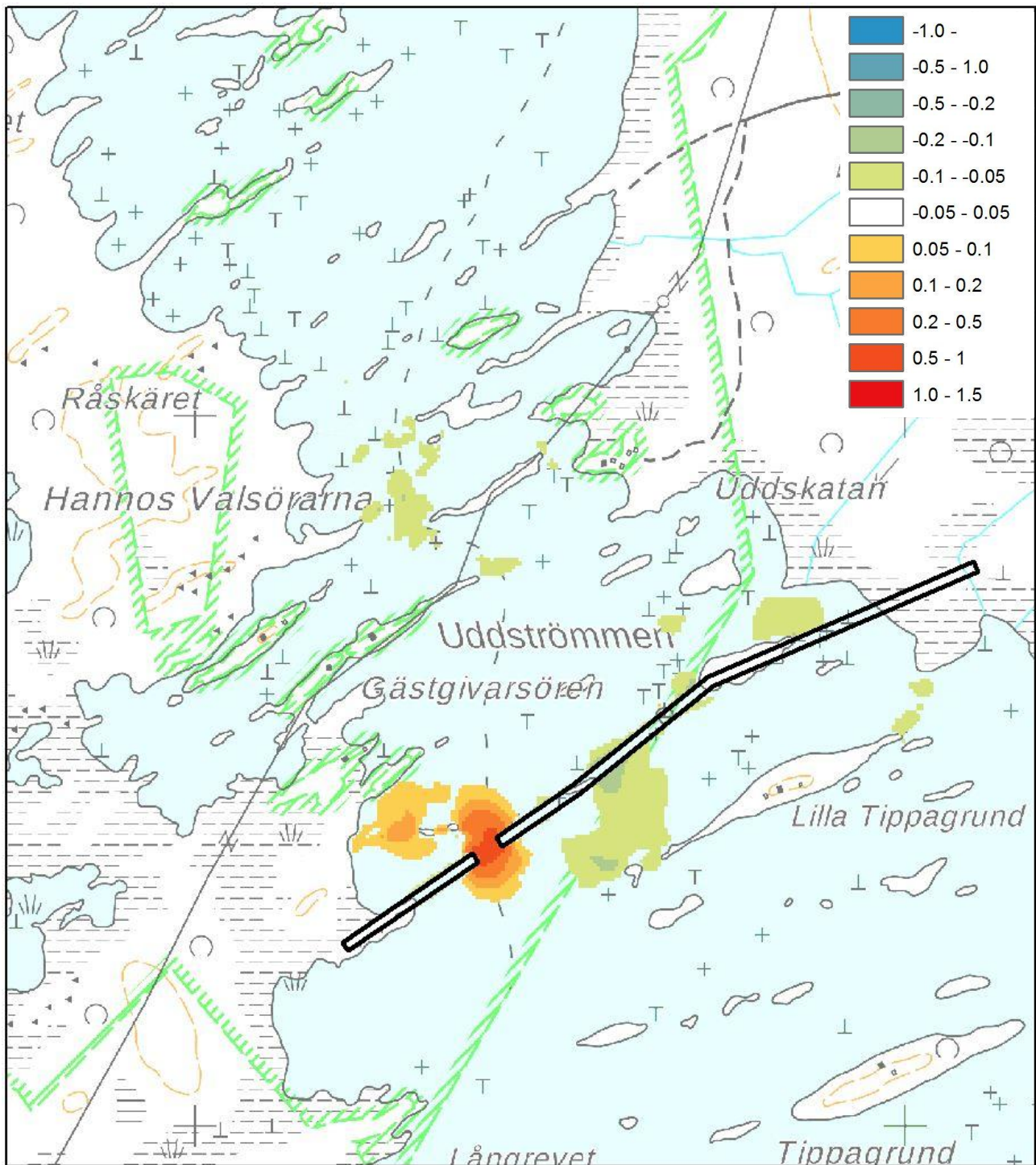


Bild 28. Alternativ 2, strömning norrut, förändring i strömningshastighet (m/s), en öppning. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.

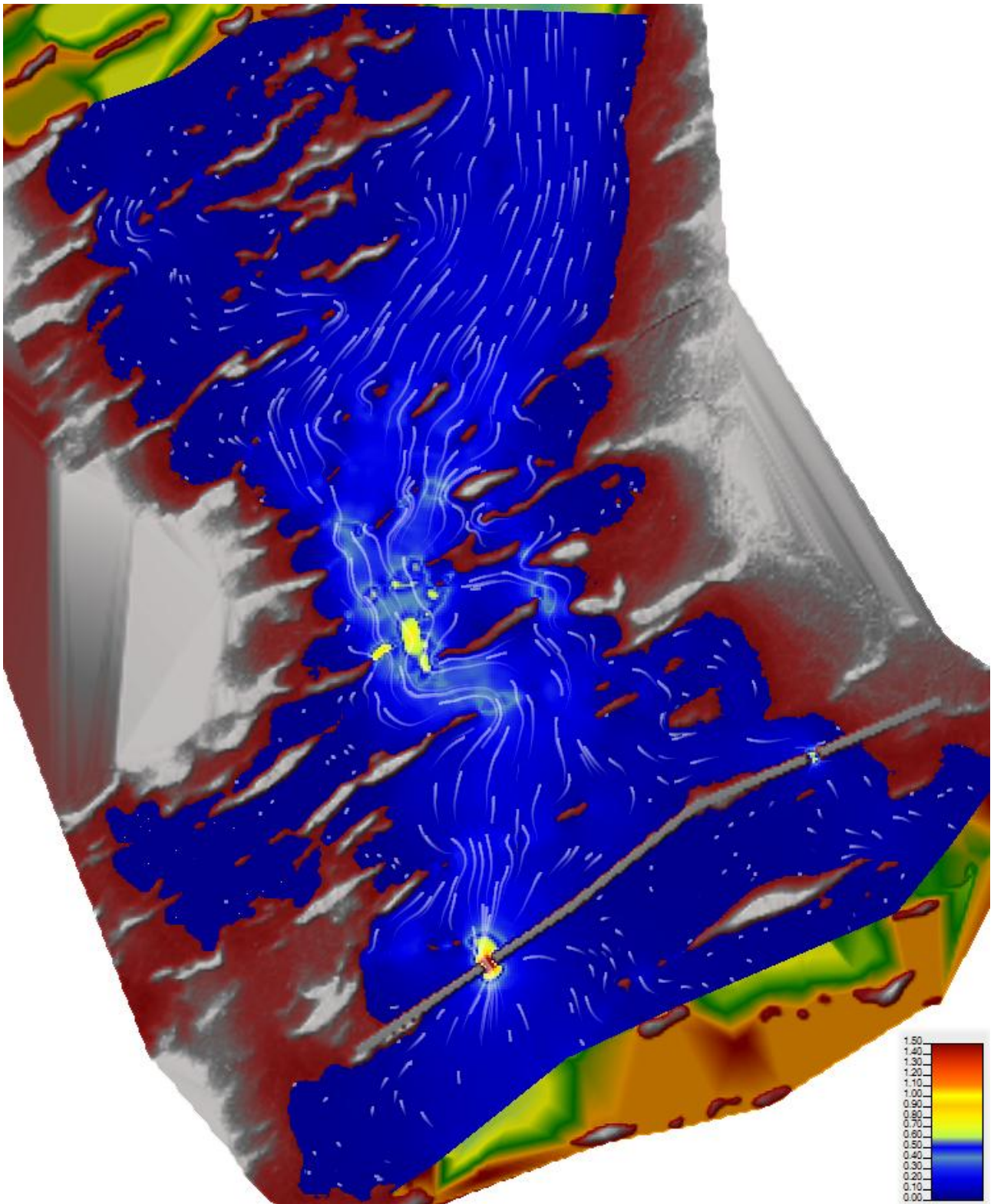


Bild 29. Alternativ 2, strömning norrut, strömningshastighet (m/s) och strömningsriktningar, två öppningar.

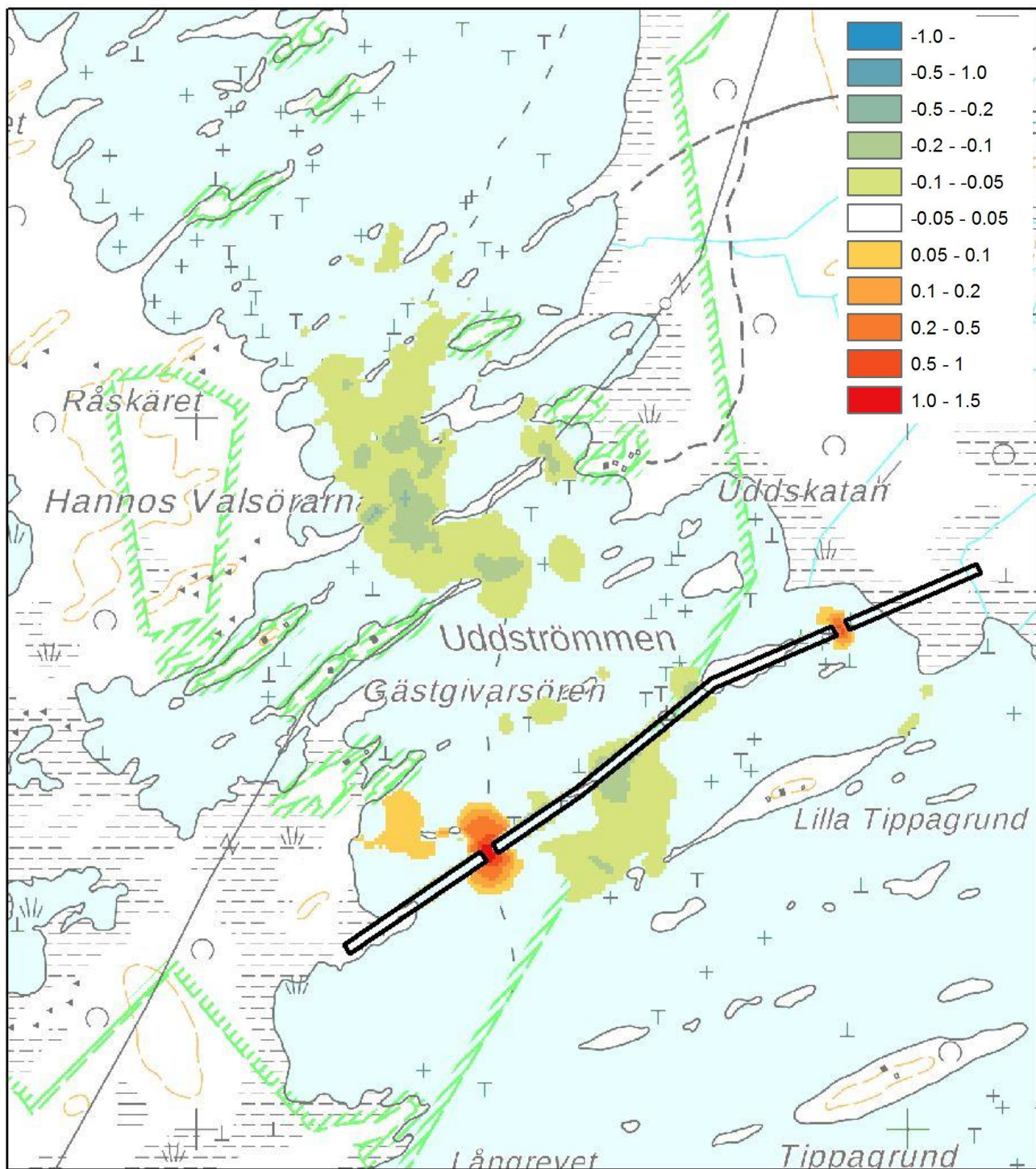


Bild 30. Alternativ 2, strömning norrut, förändring i strömningshastighet (m/s), två öppningar. Baskartor Lantmäteriverket 07/2017.