ORKUSTOFNUN

Tvívítt viðnámsforrit

Knútur Árnason

Greinargerð KÁ-80/01

Tvívítt viðnámsforrit

Forritið er tekið upp úr forriti skrifuðu af Abhijit Dey (Resistivity Modelling for arbitrarily shaped two dimensional structures Part II: User's guide to the fortran algorithm RESIS 2D, Berkeley Lab. Oct. '76). Fræðilega umfjöllun vandamálsins er að finna í heftinu: Resistivity Mod. for arb. shaped two dimensional structures, part I: Theoretical formulation, Dey and Morrison, Berkeley Lab, Oct '76.

Upp úr forriti Dey's er aðeins tekinn sá hluti forritsins, sem reiknar út potentialdreifingu fyrir gefna staðsetningu sendipunkta og hann notaður til að reikna sýndarviðnámskúrfur fyrir Schlumbergeruppsetningu. Vandamálið sem forritinu er ætlað að leysa er að finna potentialdreifinguna ϕ (x,y,z) sem er lausn á diffurjöfnunni:

$$-\bar{\nabla}\cdot\{\sigma(x,z)\,\bar{\nabla}\phi(x,y,z)\} = \frac{\delta\rho}{\delta t}\,\delta(\bar{r}-\bar{r}_s) \qquad (1)$$

þar sem $\tau(x,z)$ er tvívítt leiðnifall og $\frac{\delta\rho}{\delta t}\,\delta(\bar{r}-\bar{r}_s)$ er straumuppsprettuliður fyrir straumuppsprettu í punktinum $\bar{r}_s$. Til að einfalda diffurjöfnuna (1) er y-hnitunum Fouriertransformerað út með því að skilgreina

$$\tilde{\phi}(x,k_y,z) = \int_0^\infty \phi(x,y,z)\cos l y,\ k_y)\,dy \qquad (2)$$

$\tilde{\phi}$ uppfyllir nú diffurjöfnuna:

$$\nabla^2\{\sigma(x,z)\,\tilde{\phi}(x,k_y,z)\} + \sigma(x,z)\,\nabla^2(x,k_y,z) - \tilde{\phi}(x,k_y,z)\,\nabla^2\sigma(x,z)$$
$$-2(k_y)^2\,\tilde{\phi}(x,k_y,z) \doteq -\frac{\delta\rho}{\delta t}\,\delta(x)\,\delta(z) \qquad (3)$$

(hér hefur verið sett $\bar{r}_s = 0$ til hægðarauka).

Hlutafleiðujafnan (3) er leyst með "finite difference" aðferð þ.a. x-z planið er diskretiserað með hnitaneti og tekur nú aðeins gildi í hnitpunktum netsins.

Með þessu móti er diffurjafnan (3) nálguð með knippi af línulegum jöfnum á forminu:

$$\sum_{J=1} C_{ij}\,(k_y)\,\tilde{\phi}_j\,(k_y) = \bar{J}_i \qquad (4)$$

þar sem fylkið $C_{ij}(k_y)$ er nálgun á virkjanum, sem verkar á potentialið $\tilde{\phi}(x,k_y,z)$ í (3) og $\bar{J}_i$

er uppsprettuvektor sem nálgar uppsprettuliðinn í (3). Forritið setur upp og leysir jöfnu (4) fyrir gefið viðnáms(leiðni)módel og gefnar staðsetningar að sendipunktum og fyrir ákveðinn fjölda og gildi ky_e punkta. Út úr lausnunum $\tilde{\phi}_j$ (k_{y_e}) eru svo valin þau gildi sem þarf að nota til að reikna sýndarviðnámskúrfu fyrir þá uppsetningu sem notuð er. Framkvæmd er öfug Founier-transformation og reiknað út potentialgildin $\tilde{\phi}_j$ (y). Þau eru síðan notuð til að reikna sýndarviðnámskúrfuna.

Af framangreindu er ljóst að við útreikning kúrfanna koma inn tveir nær óháðir skekkjuvaldar. Annars vegar sá að fyrir fast ky gildi ("filter gildi") er jafna (3) leyst með nálgun, sem er mjög háð því hversu þétt hnitanetið á x-z planinu er og hins vegar er nákvæmnin í öfugu Fourniertransformationinni háð fjölda og dreifingu filterpunktanna ky. Keyrslutími forritsins er í beinu hlutfalli við fjölda filterpunkta og því er mikilvægt að þeir séu sem fæstir, en þó það margir og þannig dreifðir að skekkjan í öfugu Fourniertransf. sé ekki mjög stór. Keyrslutíminn fyrir hvern filterpunkt er háður fjölda x- og z- hnita í netinu og fjölda sendipunkta.

Forritið hefur mest verið keyrt með 113 x-hnitpunkta og 16 z-hnitpunkta og 38 sendipunkta og tekur þá um 25-30 mín. að leysa (4) fyrir hvern filterpunkt. Ef hafðir eru 161 x 32 hnitp. tekur um 3 tíma að leysa fyrir hvern filterpunkt.

Forritið hefur nær eingöngu verið notað á einvíða strúktúra til þessa.

Um niðurstöður til þessa er það helst að segja að þær lofa ekki beint góðu.

Forritið virðist ráða sæmilega við að reikna kúrfur fyrir stuttan straumarm (upp í ca. 100 m) fyrir viðnámsskil á bilinu 1-70 m, en ekki hefur enn tekist að fá viðunandi niðurstöður fyrir straumarm lengri en ca. 200 m.

Vegna þess hve x-hnitpunktar eru fáir er ekki hægt að reikna alla kúrfuna (frá 1 m - 1580 m) í einni keyrslu heldur verður að keyra forritið tvisvar. Til að reikna kúrfuna fyrir langar vegalengdir eru allar fjarlægðir í x-stefnu margfaldaðar með 10 (deilt með XSCAL = 0.1) en fjarlægðir í z-stefnu hafðar óbreyttar. Vera má að orsökin fyrir því að forritið ræður ekki við langa straumarma sé sú að þegar búið er að margfalda x-ásinn með 10, þá er fjarlægð milli hnitlína í x-stefnu ca. 10 sinnum lengri en í z-stefnu og þurfti því að margfalda z-ásinn einnig með 10 til að fá viðunandi niðurstöður fyrir langan straumarm (þetta hefur ekki verið reynt enn).

Hvað varðar val á filterpunktum þá virðist fyrir stuttan straumarm (3 m - 158 m) þurfa að hafa punkta á bilinu $10^{-3} < ky <$ ca. 3 og fyrir langan straumarm (30 m - 1580 m) á bilinu $10^{-5} < ky <$ ca. 0.5. Nánar þarf að skoða hversu margir filterpunktar eru nauðsynlegir og hvernig hagkvæmast er að dreifa þeim. Inn í forritið er byggður möguleiki á að snúa mælingunum frá hornréttri stefnu á strikstefnu. Ónákvæmnin virðist vaxa með snúningshorninu (sem reiknað er frá hornréttu á strik) og þó að gefinn sé kostur á að hafa mælinguna samsíða strikstefnu (snúningshorn 0 = 90°) þá reiknar forritið ekki að neinu viti fyrir slíka uppsetningu.

Það má því um forritið segja að útlitið er innrætinu skárra og er það þó með skuggalegri forritum.

Knútur Árnason