

**TOUGH. Forrit til hermireikninga fyrir
jarðhitakerfi**

Tómas Jóhannesson

Greinargerð TJ-89-04

TOUGH
Forrit til hermireikninga
fyrir jarðhitakerfi

1. INNGANGUR

Snemma árs 1989 festi Orkustofnun kaup á forritinu TOUGH frá National Energy Software Center (NESC) í Bandaríkjunum. TOUGH er almennt forrit til þess að reikna flæði varma, grunnvatns og gufu (og reyndar einnig loftis við ómettaðar aðstæður) um jarðlög og var þróað við Lawrence Berkeley Laboratory rannsóknastofnunina (LBL) í Kaliforníu.

2. UPPSETNING Á HP-TÖLVU OS

Tvær útgáfur af TOUGH hafa verið settar upp á HP-tölvu Orkustofnunar. Annars vegar er VAX-útgáfa frá LBL og hins vegar er CRAY-útgáfa frá NESC. CRAY-útgáfan er nýrri og betur frágengin á ýmsan hátt. Báðar útgáfurnar voru prófaðar á 6 sýnidæmum sem fylgja TOUGH og reyndust niðurstöður þeirra sem næst eins. Niðurstöðurnar voru einnig í samræmi við niðurstöður frá NESC sem fylgdu sýnidæmunum (þær voru reiknaðar á CRAY-tölvu).

Ýtarleg handbók (TOUGH User's Guide (LBL-20700)) fylgir TOUGH. Smávægilegur munur er á handbók VAX-útgáfunnar (sem prentuð er í apríl 1986) og CRAY-útgáfunnar (sem prentuð er í júní 1987).

Eini efnislegi munurinn á LBL- og CRAY-útgáfum TOUGH eru viðbætur sem M. Ripperada bætti inn í LBL-útgáfuna og standa í sambandi við flæði úr sprungum yfir í berg; og viðbótamöguleikar í LBL-útgáfunni til þess að reikna út hárpípukraft ("capillary pressure"). Í báðum tilfellum er um að ræða sérhæfðar viðbætur í sambandi við ákveðin verkefni á LBL og hefur ekki þótt ástæða til þess að dreifa þeim í útgáfunni sem NESC selur.

Að öðru leit felst munurinn á útgáfunum tveimur í því að búið er að endubæta CRAY-útgáfuna á ýmsan hátt til þess að auðvelda viðhald og breytingar. Einnig hefur verið vandað meira til uppsetningar á CRAY-útgáfunni á HP-tölvu OS.

Ekki er ástæða til þess að nota LBL-útgáfuna nema svo ólíklega vilji til að þörf verði fyrir viðbætur Ripperada eða viðbótarmöguleikana fyrir hárpípukraft. Keyrsluskrá fyrir LBL-útgáfan er ekki að staðaldri geymd á HP-tölvunni. Ef nota þarf LBL-útgáfuna verður því að þýða viðkomandi forrit að nýju.

TOUGH var þýtt bæði með og án "optimizer" á HP-tölvunni. Niðurstöður reyndust eins fyrir öll sýnidæmi NESC. "Optimizer" jók reiknihraða um 30-40% og er keyrsluskráin sem geymd er á HP-tölvunni (á /riss/bin) þýdd þannig.

Niðurstöður TOUGH fyrir ákveðið líkan af Hvíthólum í Kröflu voru bornar saman við niðurstöður SHAFT79 fyrir sama líkan. Niðurstöður voru í sæmilegu samræmi, nema hvað þrýstingur sem SHAFT79 reiknar er af einhverju ástæðum u.þ.b. 1 bar hærri en eðlilegt er, alveg frá upphafi reikninga. Þennan mismun verður að skrifa á reikning SHAFT79 en niðurstöður TOUGH virðast eðlilegar.

Skrifuð hefur verið "man"-síða (tough(1C)) sem lýsir notkun TOUGH á HP-tölvunni. ("man"-síða geymir upplýsingar sem hægt er að kalla fram á HP-tölvu OS með skipuninni "man". Einnig er hægt að prenta upplýsingarnar út á prentara með staðlaðri uppsetningu.)

3. SKILGREINING Á REIKNINETI

Ýmis forrit frá LBL sem auðvelda skilgreiningu reikninetts hafa verið sett upp á HP-tölvu OS. Þessi forrit fengust ókeypis frá LBL vorið 1989.

Skrifaðar hafa verið "man"-síður sem lýsa notkun þessara forrita.

Forritið *gxyz(1C)* setur upp einfalt þrívítt reikninet með kassalaga bútum og reiknar einnig miðju hvers búts.

Forritið *rz2d(1C)* setur upp sívalningssamhverft reikninet með einu eða fleiri láréttum lögum. Slíkt net hentar fyrir hermireikninga í sambandi við flæði í grennd við borholur.

Forritið *gminc(1C)* skiptir reiknineti, sem skilgreint hefur verið áður, upp í búta sem henta til reikninga fyrir sprungin jarðhita kerfi með "multiple interacting continua" aðferð.

Forritið *cmesh(1C)* skilgreinir tvívítt reikninet út frá miðjum bútanna sem nota á og þykkt jarðlagsins þvert á reikninetið. Einfalt er að keyra forritið nokkrum sinnum með sömu bútamiðjum og búa þannig til þrívítt reikninet með nokkrum (misþykkum) láréttum lögum. Nauðsynlegt er að bæta láréttum skilum við eftir á til þess að flæði í lóðrétta stefnu verði mögulegt.

Forritið *dmesh(1C)* teiknar reikninet. Bæði er hægt að teikna net sem búin hafa verið til með forritinu *cmesh(1C)* eða net sem búin hafa verið til með öðrum hætti. Teiknaðir eru bútar, rönd reiknisvæðis, athugasemdir í miðju búta, örvar sem tákna flæði milli búta og athugasemdir við flæðiörvar.

4. VALIÐ ÚR NIÐURSTÖÐUM

Skrifaðar hafa hafa verið skipanaskrár til þess að setja upp og prenta úttaksskrár TOUGH á prentara (*prtough(1L)*) og velja ákveðnar upplýsingar úr skránum (*awktough(1L)*).

5. TEIKNING NIÐURSTAÐNA

Niðurstöður TOUGH eru skrifaðar í stórar skrár. Engin sérhæfð forrit eru til þess að

lesa þessar skrár og teikna niðurstöðurnar. Hins vegar hafa verið skrifaðar skipanaskrár til þess að velja ákveðnar upplýsingar úr úttaksskrám TOUGH (*awktough(1L)*) og má nota þessar skipanir og teikniforrit HP-tölvunnar til þess að teikna niðurstöður TOUGH. Þau teikniforrit sem einkum koma til álita eru *sp(1L)*, sem teiknar gróf á skjái og prentara, og *grap*, sem tilheyrir ritvinnslukerfi HP-tölvunnar og teiknar á leysiprentara.

Jafngildislínur má teikna með forritinu *hpddd(1L)*.

Á HP-tölvunni er til undirforritasafnið NCARG til þess m.a. að teikna jafngildislínur. Undirforrit NCARG taka *hpddd* langt fram. Notkun NCARG krefst nokkurrar FORTRAN-forritunar af hálfu notandans enn sem komið er. Á næstunni verður sett upp forrit til að draga jafngildislínur sem nota mun undirforrit úr NCARG.

6. UPPSETNING Á VAX-TÖLVU OS

VAX-útgáfa af TOUGH frá LBL var sett upp á VAX Orkustofnunar í desember 1988. Í desember 1989 var CRAY-útgáfa TOUGH sett upp á VAX-inum og reyndust niðurstöður hennar sem næst eins og niðurstöður fyrri útgáfunnar fyrir þau sýnidæmi sem prófuð voru. Í sumum líkönum koma upp vandræði þegar TOUGH er keyrt á VAX-inum. Þau eiga rætur sínar að rekja til þess að ýmsar milliniðurstöður fara út fyrir þau mörk sem venjulegum reikningum í tvöfaldri nákvæmni eru sett á VAX-inum. Hægt er að komast hjá þessu með því að nota svokallað G-FLOATING form á tölum í tvöfaldri nákvæmni. Hins vegar reiknar VAX-inn ákaflega hægt ef það form er notað. Þetta vandamál kemur ekki upp á HP-tölvunni vegna þess að tölur í tvöfaldri nákvæmni spanna þar breiðara bil en á VAX-tölvunni.

TOUGH má nota á VAX-inum ef niðurstöður á HP-tölvunni virðast "skrýtnar" og grunsemdir vakna um að það stafi af galla á uppsetningu TOUGH á HP-tölvunni. Að öðru leyti er ekki ástæða til þess að nota

TOUGH á VAX-inum. TOUGH keyrslu-skrár eru ekki geymdar á VAX-inum að staðaldri og verður að flytja FORTRAN skrár frá HP-tölvunni yfir á VAX-inn og þýða þær þar ef keyra á TOUGH á VAX-inum.

7. FYLGISKJÖL

Greinargerð þessari fylgja "man"-síðurnar tough(1C), prtough(1L), awktough(1L), gxyz(1C), rz2d(1C), gminc(1C), cmesh(1C), dmesh(1C).

NAFN

tough - hermireikningar fyrir jarðhitakerfi.

NOTKUN

tough < stđin > stdout

LÝSING

TOUGH reiknar flæði varma, grunnvatns, gufu og lofts í grunnvatns- eða jarðhitageymi.

Lýsing á líkani er lesin úr stđin og niðurstöður skrifaðar í stdout. Lýsingu á líkani má að hluta til lesa úr sérstökum skráum (sá nánar hér að neðan) sem heita fyrirfram gefnum nöfnum og TOUGH notar ef þær eru til þegar reikningar eru settir af stað.

Reikningar nota svokallaða "integral finite difference" aðferð og byggjast á varðveislujöfnum fyrir massa og orku. Svæðinu, sem reikna á flæðið í, er skipt upp í "hæfilega" stóra búta (element). Reikna þarf út rúmmál búta, flatarmál snertiflata þeirra og fjarlægð frá "miðju" hvers búts út að snertiflötum næstu búta. Til eru ýmis forrit til þess að auðvelda uppskiptingu reiknisvæðis (*gxyz(1C)*, *rz2d(1C)*, *gminc(1C)*, *cmsh(1C)*) og teikna reiknisvæðið (*dmsh(1C)*).

Notandinn getur að vissu marki tiltekið hvaða niðurstöður reikninga hann vill fá útprentaðar. Til er skipun til þess að setja upp og prenta úttakskrár TOUGH út á prentara (*prtough(1L)*). Einnig eru til skipanir til þess að velja ákveðnar niðurstöður reikninga út úr skráum sem TOUGH hefur skrifað út (*awktough(1L)*).

Að svo komnu máli eru ekki til nein sérhæfð forrit til þess að teikna niðurstöður TOUGH.

SKRÁR

Auk stđin og stdout notar TOUGH skrárnar *mesh*, *incon*, *gener*, *save* og *lineq*.

Skrárnar *mesh*, *incon* og *gener* geyma upplýsingar um reiknisvæði, upphafsástand og dælingu. Ef þessar upplýsingar eru ekki gefnar upp í stđin þegar TOUGH er sett af stað, eru þær lesnar úr *mesh*, *incon* og *gener* ef þær finnast á diskum tölvunnar. TOUGH skrifar upplýsingar um reiknisvæði, upphafsástand og dælingu í þessar skrár í upphafi keyrslu. Þær eru því ævinlega til á disknum í keyrslulok. Mikilvægt er að eyða þessum skráum af disknum áður en TOUGH er sett af stað ef ekki á að gefa upp viðkomandi upplýsingar.

Skráin *save* geymir upplýsingar um lok reikninga. Hana má nota til þess að setja reikninga af stað aftur þar sem frá var horfið með því að nota hana sem inntakskrá (stđin) þegar TOUGH er ræst. Mikilvægt er að breyta um nafn á skránni *save* áður en hún er notuð í þessum tilgangi vegna þess skrifað er yfir hana í lok hverrar keyrslu.

Skráin *lineq* geymir ýmsar tilkynningar frá undirforritum í undirforritasafninu *ma28*, sem TOUGH notar við útreikninga. Ekki þarf að hafa áhyggjur af þessari skrá nema eitthvað sé að.

AÐVÖRUN

Munið að eyða *mesh*, *incon* og *gener* í upphafi útreikninga.

Munið að breyta um nafn á *save* áður en hún er notuð til þess að setja útreikninga af stað þar sem frá var horfið síðast.

SJÁ NÁNAR

TOUGH User's Guide (LBL-20700), handbók sem til er í mörgum eintökum á OS.
gxyz(1C), *rz2d(1C)*, *gminc(1C)*, *cmesh(1C)*, *dmesh(1C)*,
prtough(1L), *awktough(1L)*.

HÖFUNDUR

Karsten Pruess, LBL, 1987

UPPSETNING Á HP

tj, 1989.

NAFN

prtough - prentun á TOUGH úttaki.

NOTKUN

prtough skrá [nroff-rofar]

LÝSING

prtough prentar út úttaksskrár úr TOUGH hermireikningum. Skrárnar eru settar upp með réttum blaðsíðuskiptingum. Skrár þessar eru oft mjög stórar og er oft rétt að velja úr þeim það sem máli skip-tir með skipununum *awktough(1L)* til þess að draga úr óþarfa prentun.

AÐVÖRUN

Öftustu stafir í lengstu línum komast ekki fyrir á síðunni og týnast. Þetta kemur ekki að sök í flestum tilfellum.

SJÁ NÁNAR

awktough(1L).

HÖFUNDUR

tj, 1989.

NAFN

awkoughe, *awktoughf*, *awktought* - val á ákveðnum niðurstöðum úr TOUGH úttaki.

NOTKUN

awktoughe skrá nafn númer svið1 [svið2 [...]]

awktoughf skrá nafn1 númer1 nafn2 númer2 svið1 [svið2 [...]]

awktought skrá svið1 [svið2 [...]]

LÝSING

Þessar skipanir taka saman upplýsingar fyrir ákveðna búta (element) úr niðurstöðum forritsins TOUGH. *skrá* er nafn á skrá með niðurstöðum úr TOUGH keyrslu. *nafn* og *númer* eru fyrri og seinni hluti af nafni bútsins/bútanna sem velja á. *nafn* er mest þrjár bókstafir (t.d. "F" eða "sho") og *númer* er eins eða tveggja stafa tala (t.d. "1" eða "12"). Leyfilegt er að nota "sed/ed/grep"-rithátt til þess að fleiri en einn bútur komi til greina. Þannig er "." hvaða bók- eða tölustafur sem er, "[FB]" annaðhvort stafurinn "F" eða "B" og "[1-5]" einhver tölustafur á bilinu "1" til "5". Oft þarf að afmarka *nafn* og/eða *númer* með úrfellingamerki "" til þess að sértákn eins og "." valdi ekki vandræðum þegar skipunin er gefin. Skipanirnar skrifa út þau svið sem um er beðið ásamt tímanum sem liðinn er frá upphafi reikninga.

awkoughe velur upplýsingar úr element-hluta skráarinnar. Sviðin sem koma til greina eru P, T, SG, SL, XG, XL, PS, PC, DG og DL (sjá nánar í TOUGH-handbók).

awktoughf velur upplýsingar úr flæði-hluta skráarinnar. Gefa verður upp tvo búta þar sem upplýsingarnar sem um er beðið eru flæði milli tveggja búta. Svið sem koma til greina eru FH, HF, FF, FG, FL, VG og VL (sjá nánar í TOUGH-handbók).

awktought velur upplýsingar úr hverju tímaskrefi skráarinnar. TOUGH gefur aðeins kost á að skrifa út þessar upplýsingar fyrir einn bút. Þar sem einungis einn bútur kemur til greina þarf ekki að gefa upp *nafn* eða *númer*. Svið sem koma til greina eru DT, D1, D2, T, P og S (sjá nánar í TOUGH-handbók).

AÐVÖRUN

awkoughe er hægt að nota á úttaksskrá sem TOUGH skrifar út með sjálfgefnum útskriftarrofum (KDATA = 0 eða 1). *awktoughf* er bara hægt að nota ef TOUGH hefur verið keyrt með útprentun á flæðistærðum (KDATA >= 2). *awktought* er bara hægt að nota ef valinn hefur verið bútur sem fylgst er með í hverju tímaskrefi í TOUGH (ELST ekki autt).

Ef úttaksskrá er mjög stór geta þessar skipanir tekið nokkuð langan tíma.

DÆMI

awkoughe out1 F 1 T P SG

velur hita (T), þrýsting (P) og gufuhlutfall (SG) fyrir bút F 1.

awkoughe out1 F '[1-9]' T P

velur hita (T) og þrýsting (P) fyrir búta F 1, F 2, ... og F 9.

awktoughf out1 F 1 F 2 FH FF FG FL

velur flæðistærðirnar vermi (FH), massa (FF), gas (FG) og vökva (FL) milli búta F 1 og F 2.

awktoughf out1 F 1 '...' '..' FH FF

velur flæðistærðirnar vermi (FH) og massa (FF) milli bútsins F 1 annars vegar og allra annarra búta hins vegar.

awktought out1 T P S

velur hita (T), þrýsting (P) og gufuhluta (S) við hvert tímaskref fyrir þann bút valinn var til útskriftar við hvert tímaskref.

SJÁ NÁNAR

TOUGH User's Guide (LBL-20700), handbók sem til er í mörgum eintökum á OS.
prtough(1L).

AWKTOUGH(1L)

AWKTOUGH(1L)

HÖFUNDUR
tj, 1989.

NAFN

gxyz - einfalt þrívítt net fyrir TOUGH.

NOTKUN

gxyz [midjur] < stdin > stdout 2> stderr

LÝSING

gxyz skiptir reiknisvæði *TOUGH(1C)* upp í kassalaga búta og reiknar rúmmál og snertiflatarmál búta. Búturnir geta verið misstórir. *gxyz* skrifar ELEM-hluta af TOUGH-inntaki í stdout og CONNE-hluta af TOUGH-inntaki í stderr. stdout og stderr má beina í skrár á disk til notkunar þegar inntaksskrá fyrir TOUGH er búin til. Ef skráin *midjur* er tiltekin þegar *gxyz* er keyrt þá eru hnit (x,y,z) fyrir miðju hvers búts skrifuð í þá skrá ásamt nafni bútsins.

Inntak (lesið úr stdin) *gxyz* er eftirfarandi:

nx

dx1 dx2 dx3 ...

ny

dy1 dy2 dy3 ...

nz

dz1 dz2 dz3 ...

nx, *ny* og *nz* er fjöldi búta í x, y og z áttir. *dx*, *dy* og *dzi* eru hliðarlengdir búta. Hliðarlengdir verða að vera *nx*, *ny* og *nz* talsins annars fer allt í graut.

Bútar fá nöfnin "Eabii" sem öll byrja á bókstafnum "E". "i" er númer búts í x-átt. "b" er "A", "B", ... og tilgreinir númer búts í y-átt. "a" er "A", "B", ... og tilgreinir númer búts í z-átt, þannig að bútur "A" er efstur, bútur "B" þar næst fyrir neðan o.s.fr.

AÐVÖRUN

"Reservoir domain" í ELEM-hluta er sett "BOUND" fyrir ystu búta í x-átt, "LZONE" fyrir alla búta sem eru fimmta lagi eða ofar (í z-átt), en "VZONE" annars. Þessu má breyta og endurþýða forritið fyrir hvert tilfelli ef þurfa þykir.

SJÁ NÁNAR

tough(1C), *rz2d(1C)*, *gminc(1C)*, *cmesh(1C)*, *dmesh(1C)*.

HÖFUNDUR

Karsten Pruess, LBL.

UPPSETNING Á HP

tj, 1989.

NAFN

rz2d - einfalt sívalningssamhverft net fyrir TOUGH.

NOTKUN

rz2d < stdin > stdout 2> mesh

LÝSING

rz2d skiptir reiknisvæði TOUGH(1C) upp í lóðréttu, sammiðja sívalninga (búta) í einu eða fleiri láréttum lögum og reiknar rúmmál og snertiflatarmál sívalninganna. Hentar hermireikningum í sambandi við flæði í grennd við borholur. Bæði sívalningarnir og láréttu lög geta verið misþykk. rz2d skrifar bæði ELEME- og CONNE-hluta af TOUGH-inntaki í stderr, en ýmsar upplýsingar m.a. um fjarlægð sívalninganna frá miðju (borholunnar) eru skrifaðar í stdout. stdout og stderr má beina í skrár á disk til notkunar þegar inntaksskrá fyrir TOUGH er búin til.

Inntak (lesið úr stdin) rz2d er eftirfarandi:

radii
 nrad
 r1 r2 r3 ...
 equid
 nequ dr
 logar
 nlog rlog dr
 layer
 nlay
 dz1 dz2 dz3 ...

Inntakið skiptist í hluta sem byrja á lykilorðunum "radii", "equid", "logar" eða "layer" og segja þau til um breyturarnar sem á eftir koma. Það verður alltaf að byrja á lykilorðinu "radii" þegar rz2d er notað.

"radii", "equid" og "logar" segja til um gerð sívalninganna. Á eftir "radii" er listi með nrad fjarlægðum (r1 r2 r3 ...) frá miðju. Á eftir "equid" er beðið um nequ sívalninga af þykkt dr. Á eftir "logar" er beðið um nlog sívalninga sem dreifast lógariþmískt út í fjarlægðina rlog þannig að sá fyrsti verði af þykkt dr. Ef dr=0.0 þá er þykkt síðasta sívalnings notuð í stað dr. Sívalningarnir, sem beðið er um á eftir hverju lykilorði, eru settir utan á þá sívalninga sem fyrir eru. Leyfilegt er að endurtaka "radii", "equid" og "logar" eins oft og hver vill og í hvaða röð sem er, að því tilskyldu að alltaf verður að byrja á "radii". Einnig er leyfilegt að sleppa "equid" og/eða "logar" hluta inntaksins ef ekki er ætlunin að raða sívalningum upp með jöfnu eða lógariþmísku millibili.

Á eftir "layer" er gefinn upp fjöldi láréttra laga nlay og síðan þykkt hvers lags (dz1 dz2 dz3 ...). Alltaf verður að enda keyrslu rz2d á því að gefa upp "layer" og er einungis hægt að gera það einu sinni.

Bútar fá nöfnin "ab ii". "a" er "A", "B", ... og tilgreinir númer lárétts lags í z-átt, þannig að lag "A" er efst, lag "B" þar næst fyrir neðan o.s.fr. "ii" eru síðustu tveir stafir í númeri sívalnings frá miðju. "b" er "A", "B", ... og tilgreinir hundrað í númeri sívalnings frá miðju.

AÐVÖRUN

Inntak er mjög lítið villuleitað.

rz2d skrifar aukadálk, sem ekki er lesinn af TOUGH, aftast í allar línur í ELEME-hluta úttaks.

"Reservoir domain" í ELEME-hluta er sett "LAYii", þar sem ii er númer lárétts lags talið ofan frá.

SJÁ NÁNAR

tough(1C), gxyz(1C), gminc(1C), cmesh(1C), dmesh(1C).

HÖFUNDUR

Karsten Pruess, LBL.

RZ2D(1C)

RZ2D(1C)

UPPSETNING Á HP
tj, 1990.

NAFN

gminc - uppskipting á TOUGH reiknineti fyrir "multiple interacting continua".

NOTKUN

gminc < stdin

LÝSING

gminc skiptir reiknisvæði, sem skilgreint hefur verið fyrir *TOUGH(1C)*, upp í búta sem henta til reikninga fyrir sprungin jarðhitakerfi með "multiple interacting continua" aðferð.

Notkun *gminc* er lýst í greininni "GMINC - A Mesh Generator for Flow Simulations in Fractured Reservoirs (LBL-15227)".

SKRÁR

gminc skrifar ELEME-hluta af TOUGH-inntaki í skrána "eleme" og CONNE-hluta af TOUGH-inntaki í skrána "conne". Jafnframt skrifast ELEME-hluti upprunalega reikninetisins í skrána "elem0". Ýmsar upplýsingar um keyrsluna skrifast í stdout.

gminc gerir ráð fyrir að einungis séu notaðir fyrstu tveir stafir af þremur mögulegum í nöfnum búta í upprunalega reikninetinu. Þriðji og síðasti stafurinn í nöfnum búta í reikninetinu sem *gminc* býr til er "1" fyrir þá búta sem tilheyra sprungukerfinu en "A", "B", "C", ... fyrir þá búta sem tilheyra berginu ("matrix"). "A" er næst sprungunum, "B" þar fyrir utan o.s.fr.

AÐVÖRUN

Úttak er ætíð skrifað í skrárnar "eleme", "conne" og "elem0" og ritast yfir skrá með þessum nöfnum ef þær eru til fyrir.

Fyrsti stafur í "Reservoir domain" í ELEME-hluta er settur "M" fyrir alla búta í berghluta ("matrix") reikninetisins.

SJÁ NÁNAR

GMINC - A Mesh Generator for Flow Simulations in Fractured Reservoirs (LBL-15227).
tough(1C), gxyz(1C), rz2d(1C), cmesh(1C), dmesh(1C).

HÖFUNDUR

Karsten Pruess, LBL.

UPPSETNING Á HP

tj, 1990.

NAFN

cmesh - tvívítt reikninet fyrir TOUGH.

NOTKUN

cmesh

LÝSING

cmesh skiptir reiknisvæði *TOUGH(1C)* upp í marghyrnda búta og reiknar rúmmál og snertiflatarmál bútanna. Búturnir geta verið misstórir.

Nota má forritið *dmesh(1C)* til þess að teikna net sem *cmesh* hefur búið til. Inntak *dmesh* er það sama og inntak *cmesh*.

SKRÁR

cmesh skrifar ELEM-hluta af TOUGH-inntaki í skrána "eleme" og CONNE-hluta af TOUGH-inntaki í skrána "conne".

Inntak *cmesh* er lesið úr skránni "in" og er eftirfarandi:

locat	("locat" þýðir að hnit á miðjum bútanna koma næst)
aaaii x y	(fast format (A5,5X,2F20.0), nafn búts og hnit miðju)
...	(endurtekið fyrir alla búta)
	(auð lína tákna að bútar séu upptaldir)
thick	("thick" þýðir að þykkt búta kemur næst)
th	(fast format (F10.0) þykkt í m)
bound	("bound" þýðir að rönd sem umlykur bútana kemur næst)
x y	(fast format (2F10.0), hnit á randpunktum)
...	(endurtekið fyrir alla randpunkta)
	(auð lína tákna að randpunktar séu upptaldir)

Randpunkta verður að gefa upp í réttri röð annað hvort réttsælis eða rangsælis.

AÐVÖRUN

Skráin "in" verður að vera til þegar *cmesh* er keyrt.

Úttak er ætíð skrifað í skránnar "eleme" og "conne" og ritast yfir skrá með þessum nöfnum ef þær eru til fyrir.

Inntak er mjög lítið villuleitað. Mikilvægt er að röð randpunkta sé rétt og að engin miðja falli utan randarinnar. Það er löglegt en óráðlegt að sleppa því að gefa upp rönd. Í því tilfelli er minnsti rétthyrningur (með hliðar samsíða x- og y-ásam) sem umlykur bútamiðjurnar notaður sem rönd.

"Reservoir domain" í ELEM-hluta er sett "rock1" fyrir alla búta.

SJÁ NÁANAR

tough(1C), *gxyz(1C)*, *rz2d(1C)*, *gminc(1C)*, *dmesh(1C)*.

HÖFUNDUR

Karsten Pruess, LBL.

UPPSETNING Á HP

tj, 1989.

NAFN

dmesh - teikning á tvívíðu reiknineti fyrir TOUGH.

NOTKUN

dmesh

LÝSING

dmesh teiknar reiknisvæði TOUGH(1C). Það er einkum miðað við að teikna net sem búið hefur verið til með *cmesh*(1C) en getur einnig teiknað önnur net. Ef *cmesh* var ekki notað til að búta til netið þá þarf að finna hnit á "miðjum" allra búta með einhverjum hætti áður en netið er teiknað. Teiknaðar eru hliðar marghyrndra búta, rönd reiknisvæðis, athugasemdir í miðju búta, örvar sem tákna flæði milli búta og athugasemdir við flæðiörvar.

SKRÁR

Inntak *dmesh* er að mestu lesið úr skránni "in" og er að stofni til samhljóða inntakinu sem notað var þegar *cmesh* var keyrt til þess að búta til netið. Þar til viðbótar þarf í skránni "in" að gefa upp CONNE-hluta TOUGH-inntaks fyrir öll skil sem teikna á og einnig má gefa upp hnit punkta sem takmarka svæðið sem teiknað er.

Athugasemdir fyrir búta og flæði eru lesnar úr skránum "einfo" og "cinfo".

dmesh skrifar útlínur allra búta, sem teiknaðir eru, í skrána "segmnt" í hverri keyrslu. Ef skráin "segmt" finnst þegar *dmesh* er keyrt þá eru útlínurnar lesnar úr þessari skrá og teiknaðar og engar aðrar útlínur teiknaðar. Hægt er að breyta skránni "segmt" og stýra teikningu netsins þannig með handafli.

Nöfnum skráanna "in", "einfo", "cinfo" og "segmt" er ekki hægt að breyta. Þeim þarf að eyða fyrir hverja keyrslu ef ekki á að nota þær.

Inntakið í skránni "in" er eftirfarandi:

locat	("locat" þýðir að hnit á miðjum búta koma næst)
aaaii x y	(fast format (A5,5X,2F20.0), nafn búts og hnit miðju)
...	(endurtekið fyrir alla búta)
	(auð lína tákna að bútar séu upptaldir)
conne	("conne" þýðir að CONNE-hluti TOUGH-inntak kemur næst)
aaaii o.s.fr.	(ein lína á CONNE-formati fyrir hver skil sem teikna á)
	(auð lína tákna að skil séu upptalin)
thich	("thick" þýðir að þykkt búta kemur næst)
th	(fast format (F10.0) þykkt í m)
bound	("bound" þýðir að rönd sem umlykur búta kemur næst)
x y	(fast format (2F10.0), hnit á randpunktum)
...	(endurtekið fyrir alla randpunkta)
	(auð lína tákna að randpunktar séu upptaldir)
limit	("limit" þýðir að mörk reiknisvæðis koma næst)
x0 y0 x1 y1	(fast format (4F10.0) lögstu og hæstu gildi á x og y)

Randpunkta verður að gefa upp í rétttri röð annað hvort réttisælis eða rangsælis.

Inntakið í skránni "einfo" er eftirfarandi:

hvað sem er	(fyrsta lína er til útskýringar og er ekki lesin)
aaaiiaths	(fast format (A5,A), nafn búts og athugasemd)
...	(endurtekið fyrir allar athugasemdir)

Inntakið í skránni "cinfo" er eftirfarandi (Skil eru gefin upp með því að tilgreina nöfn búta sitt hvoru megin. Örin er teiknuð á mið skilin, frá seinni bút í þann fyrri):

hvað sem er	(fyrsta lína er til útskýringar og er ekki lesin)
aaaiiaaiiaths	(fast format (2A5,A), nafn búta og athugasemd)

... (endurtekið fyrir allar athugasemdir)

Inntakið í skránni "segmt" er eftirfarandi:

x1 y1 x2 y2 (fast format (4F10.4), hnit línustubbs)
... (endurtekið fyrir alla línustubba)

AÐVÖRUN

Skráin "in" (og einnig "einfo", "cinfo" og "segmnt" ef við á) verður að vera til þegar *dmesh* er keyrt.

Ef skráin "segmt" er til þegar *dmesh* er keyrt þá teiknast bara bútar sem koma fram í "segmt". Þetta getur verið bagalegt ef gleymst hefur að eyða skrá sem varð til þegar unnið var með annað reikninet en verið er að teikna.

Inntak er mjög lítið villuleitað. Mikilvægt er að röð randpunkta sé rétt og að engin miðja falli utan randarinnar. Það er löglegt en óráðlegt að sleppa því að gefa upp rönd. Í því tilfalli er minnsti rétthyrningur (með hliðar samsíða x- og y-ásum) sem umlykur bútamiðjurnar notaður sem rönd.

SJÁ NÁANAR

tough(1C), gxyz(1C), rz2d(1C), gminc(1C), cmesh(1C).

HÖFUNDUR

Karsten Pruess, LBL.

UPPSETNING Á HP

tj, 1989.