

Kristján Ágústsson

**Katla og Eyjafjallajökull
– nokkur líkön og hugleiðingar**

Greinargerð

Kristján Ágústsson

Katla og Eyjafjallajökull
– nokkur líkön og hugleiðingar

VÍ-G00002-JA01
Reykjavík
Febrúar 2000

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	3
2	ADSTÆÐUR OG FORSENDUR LÍKANA	3
3	LÍKÖN	4
4	SPJALL	6
5	LOKAORÐ	8

Þetta efni var birt í fjölfölduðu hefti þann 9. desember 1999 auk þess sem það var birt á netinu um sama leyti.

1 INNGANGUR

Vegna áætlana um aukið eftirlit með Kötlu haustið 1999 gerði ég lauslegt mat á því hve mikil bjögun gæti orðið við opnun sem óhjákvæmilega fylgir myndun gosrásar. Reiknaði ég út bjögun á sniði sem liggur þvert á miðju gangs. Markmiðið með þessu var að fá mat á hve bjögun gæti orðið mikil og að þetta gæti aðstoðað við val á nýjum mælistöðum. Það er augljóst að not af þessu eru mjög takmörkuð þar sem bjögunarsvið vegna færslu eða opunar um flöt er ekki eingöngu háð fjarlægð heldur einnig stefnu.

Ég hef reiknað svið fyrir ýmis líkön sem líkja annars vegar eftir þrýstingsbreytingu í kvikuhólfi og hins vegar líkön þar sem bæði er þrýstingsbreyting í kvikuhólfi og myndun gangs (samsett). Niðurstöður eru sýndar með jafngildislínu þegar um stigulsvið er að ræða (scalar potential) og örvum til að tákna vigursvið (vector potential). Þegar um er að ræða þrýstingsbreytingu í kvikuhólfi sem er samhverft um lóðlínu er bjögun á yfirborði einnig samhverft um sömu línu. Það kann að virðast ofrausn að draga upp sviðsmynd í stað sniðs í því tilviki. En það getur verið þægilegt að átta sig mismunafærslum með þessum myndum. Í þeim líkönum sem gangur kemur fyrir er stefna hans í norður. Til að meta áhrif á mismunandi stöðum má leggja kort, þar sem mælistaðir og nokkur önnur kennileiti hafa verið sett á, ofan á myndirnar með bjögunarsviðunum og snúa og hliðra eftir því sem menn vilja.

Þessir útreikningar eru of seint á ferð til að nýtast við staðarval að sinni en gætu hins vegar orðið til einhvers gagns við mat á mælingum.

Upphaflega voru þessir reikningar aðeins hugsaðir sem vísir að handbók og því hefur ekki verið lögð áhersla á þau formsatriði sem fylgja hefðbundnum greinarskrifum. Þannig er aðeins vísað til höfunda í texta en ekki til rita þeirra. Án efa þá er þetta ekki tæmandi og væri ég þakklátur ef mér væri bent á meira efni um Kötlu og nágrenni sem stutt gæti líkanagerð betur og almennt væru athugasemdir og ábendingar vel þagnar.

2 AÐSTÆÐUR OG FORSENDUR LÍKANA

Íssjármælingar sýna að askjan í Mýrdalsjökli er mjög djúp (Helgi Björnsson o.fl.). Botn hennar er í 600–700 m hæð og brúnir víða yfir 1400 m hæð.

Samkvæmt bylgjubrotsmælingum (Ólafur Guðmundsson o.fl.) eru líkur á því að aðeins séu um 3 km niður á botn kvikuþróar undir Kötluöskjunni. Sömu mælingar benda til að flatarmál þróarinnar sé sambærilegt við hring með 2–3 km radíus. Þykkt hennar gæti verið 1–2 km. Þar með er yfirborð kvikuþróar á bilinu frá 500 m ofan sjávarmáls til 500 m neðan þess.

Túlkunar á þyngdarmælingum (Magnús Tumi Guðmundsson og Þórdís Högnadóttir) benda til þess að neðan 3 km dýpis sé þungur víðáttumikill hleifur sem nær á 10 km dýpi. Vídd hans er um 15 km um miðju en annars mjórri efst og víðari neðst. Jafnframt fylgir hringgöngum öskjunnar þyngra berg, nánast frá yfirborði og niður á 2–3 km dýpi. Innan keilunnar sem þeir mynda er léttara efni. Það er á um 0.5–2 km dýpi eða 2–3.5 km frá yfirborði og þvermál um 6 km efst.

Jarðskjálftavirkni í Mýrdalsjökli er í aðalatriðum á tveimur svæðum: í grennd við Kötlu og undir Goðalandsjökli. Um eðli þessara skjálfta er margt á huldu. Stærð þeirra og staðsetning, einkum dýpi, er að öðru jöfnu illa ákvörðuð.

Katlarnir sem mynduðust sumarið og haustið 1999 eru allir yfir öskjubrúnunum að undanskildum katli á Fimmvörðuhálsi. Sé jarðhitinn undir brúnunum beinlínis vegna kviku, en ekki vegna aukinnar vatnsleiðni (vegna skjálfta) og þar með aukins varmanáms, bendir það til þess að kvika eigi jafngreiða leið allan hringinn. Miðað við það er líklegast að kvikuhólf

sé undir miðri öskjunni.

Áætlað hefur verið að lofborin gjóska í Kötlugosinu 1918 jafngildi 0.1–0.2 km³ af föstu bergi (Guðrún Larsen) og þegar jafnframt er metið rúmtak Kötlutanga og hækkun á Mýrdalssandi geti rúmmálið jafngilt 0.8–0.9 km³ bergs (Haukur Tómasson).

Dýpi á lag 3 er um 5–6 km undir Markarfljótsaurum og því hallar stíft niður til suðausturs og er orðið um 11 km undir Vík (Ólafur G. Flóvenz). Lag 4 er ekki vel ákvarðað á svæðinu.

Hallamælingar benda til að efni neðan jarðskorpu hafi litla seigju (Eysteinn Tryggvason).

Eyjafjallajökull er einnig talinn hafa grunnstætt kvikuhólf (Malou Blomstrand Stinessen). Magn gosefna í sögulegum gosum er lítið (Guðrún Larsen).

Jarðskjálftavirkni var nokkur í Eyjafjallajökli haustið 1999. Athyglisvert er að dýpi skjálftanna virðist minnka út frá jöklinum til norðurs og einnig suðurs að einhverju marki (Gunnar B. Guðmundsson). Það er öfugt við það sem gerðist í hrinu norðan í jöklinum 1994 en þá dýpkuðu skjálftar til norðurs. Bjögun sem mældist samhliða þeirri virkni var túlkuð sem gangainnskot (Malou Blomstrand Stinessen).

Ég hef reynt að nota ofangreindar upplýsingar til að búa til líkön sem líkt gætu eftir aðdraganda og upphafi eldgoss í Mýrdals- og Eyjafjallajökli. Það verður að segjast eins og er að vitneskja um þessar eldstöðvar er takmörkuð þegar kemur að því að setja hana í magntölur. Einnig er nokkur mótsögn í þeim. Sem dæmi þá samræmast ekki þær stærðir sem þó eru hvað best þekktar, þ.e. líkleg stærð grunns kvikuhólfs samkvæmt bylgjubrotsmælingum og þyngdarmælingum annars vegar og magn gosefna í gosinu 1918 hins vegar. Slíkt kvikuhólf getur ekki staðið fyrir svo stóru gosi ef lögmál um fjaðrandi efni eiga að gilda. Bjögun ofan þess yrði meiri en berg þolir. Tenging þess við önnur dýpri hólf er því líkleg en ekkert er vitað um þau. Til að fá eitthvað mat á þau má líta til annarra eldstöðva.

Undir Heklu og Kröflu eru kvikuhólf á 3–7 km dýpi. Slíkt kvikuhólf undir Kötlu væri þá í þeim þunga hleif sem þyngdarmælingarnar sýna. Það væri engan veginn í mótsögn við þær. Í fyrsta lagi gæti kvikuhólfið verið lítill hluti af rúmmáli hleifsins og í öðru lagi þá er eðlismassamunur bergs og kviku í jarðskorpunni ekki mikill eins og fram kom í mælingum í Kröflueldum (Gunnar V. Johnsen o.fl.).

Ef reiknað er með að kvikan í gosunum eigi sér uppruna á meira dýpi, þá er það líklega mest neðan lags 4. Við Kötlu gæti það verið 12–18 km og við Eyjafjallajökul nokkru minna eða 8–12 km.

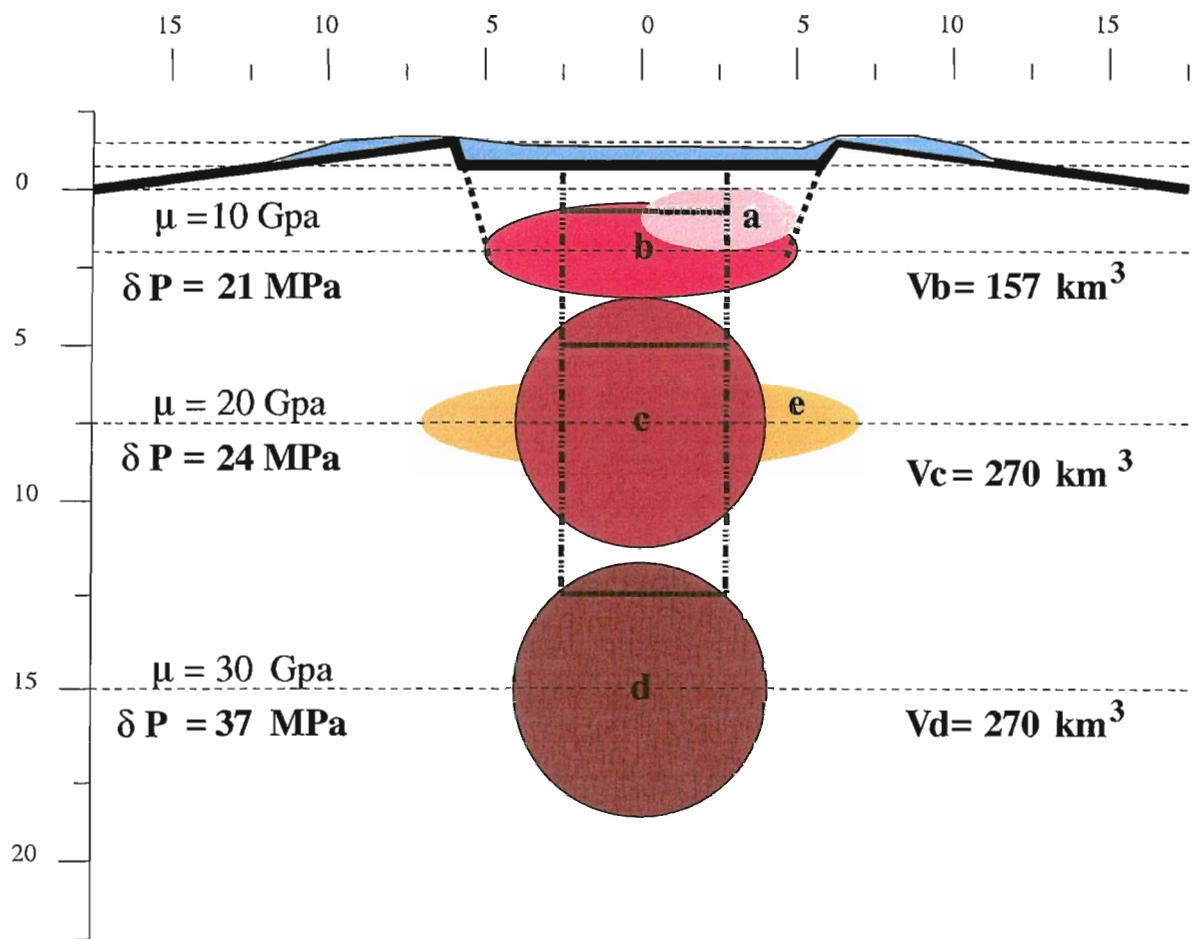
3 LÍKÖN

Líkönum er skipað í tvo hópa. Annars vegar er um að ræða þrýstingsaukningu í kvikuhólfi sem hugsanlega væri aðdragandi að gosi. Hins vegar gangamyndun samhliða þrýstingsminnkun í kvikuhólfi sem fæðir ganginn og líkir eftir upphafi goss. Ennfremur hef ég reiknað út áhrif mismunandi jafnstórra kvikuhólfa á sama dýpi, annað er kúla en hitt lárétt hringlaga ellipsóíða. Við reikningana hef ég notað forrit A. T. Linde við Carnegiastofnunina í Washington. Það byggir á lausn Okada fyrir færslu og opnun á fleti og lausn P. Davis á þrýstingsbreytingu í ellipsóíðu.

Ef um fleiri en eitt kvikuhólf er að ræða er samspil þeirra hugsanlegt, t.d. þrýstingsminnkun í neðra hólfi og þrýstingsaukning í efra hólfi. Ekki er farið í slíka útreikninga að sinni.

Í líkönum með gangi en hann lóðréttur frá yfirborði og niður í viðkomandi kvikuhólf.

Á mynd 1 er yfirlit yfir líkönin. Þrýstingsbreytingin (δP) sem sýnd er á myndinni mundi valda 0.2 km³ rúmmálsbreytingu í viðkomandi kvikuhólfi ef jörðin hefði þá stífni (rigidity)(μ)



Mynd 1. Þversnið yfir Mýdalsjökul. Ásar í km. Kúlur og ellipsóíður eru kvikuhólf. Strikalínur tákna ganga.

sem einnig er sýnd á myndinni.

Þessi rúmmálsbreyting (0.2 km^3) er valin þannig að bjögunin sem hún veldur sé nokkurn veginn sú sem bergið ofan kvikuhólfanna ætti að þola án þess að bresta. Það er að vísu á mörkunum fyrir líkan Vb næst miðju en í lagi í hinum tilvikunum. Bjögunin sem rúmmálsaukningin veldur er línulega háð henni svo auðvelt er að meta áhrif annarra rúmmálsbreytinga út frá myndunum hér á eftir.

Va er nokkurn veginn það hólf sem bylgjubrotsmælingarnar benda til. Það nær frá öskju-brúnum við Entu og 4–5 km inn í öskjuna. Botn þess er á um 3 km dýpi og þykkt 1–2 km. Ekki eru gerðir reikningar fyrir þetta hólf.

Vb er hriglaga ellipsóíða á 2 km dýpi með lárétta langása 5 km og skammás 1.5 km. Lárétt stærð hennar miðast við öskjuna og neðri mörk nokkurn veginn við þar sem hleifurinn þungi samkvæmt þyngdarmælingum tekur við.

Vc er kúla með 4 km radíus á 7.5 km dýpi. Til samanburðar reiknaði ég út áhrif frá jafnstórri ellipsóíðu (Ve) með lárétta langása 7 km langa og miðju á sama stað. Þeir reikningar eru sýndir á mynd 2 sem snið.

Vd er kúla með 4 km radíus á 15 km dýpi.

Þegar reiknað er með myndun gangs er gengið út frá sömu kvikuhólfum (Vb–Vd). Gangurinn nær frá yfirborði og niður í viðkomandi kvikuhólf (mynd 1). Breidd hans er 5 km og opnunin 1 m. Reiknað er með þrýstifalli í kvikuhólfinu sem svarar til þess að efni fari úr því og í ganginn.

Áhrif gangsins eru meiri en áhrif frá samhliða þrýstifalli í hólfi í þessum tilvikum. Að vísu er þrýstifallsins farið að gæta nokkuð í líkani Vd (stærri gangur) en engu að síður má fá grófa hugmynd um áhrif annarra gangastærða út frá myndunum. Þau eru línulega háð vægi (mómenti) hans sem er flötur*opnun. Þetta gildir fremur um fjar svið en í nærsviðinu skiptir m.a. lengd og dýpi meira máli.

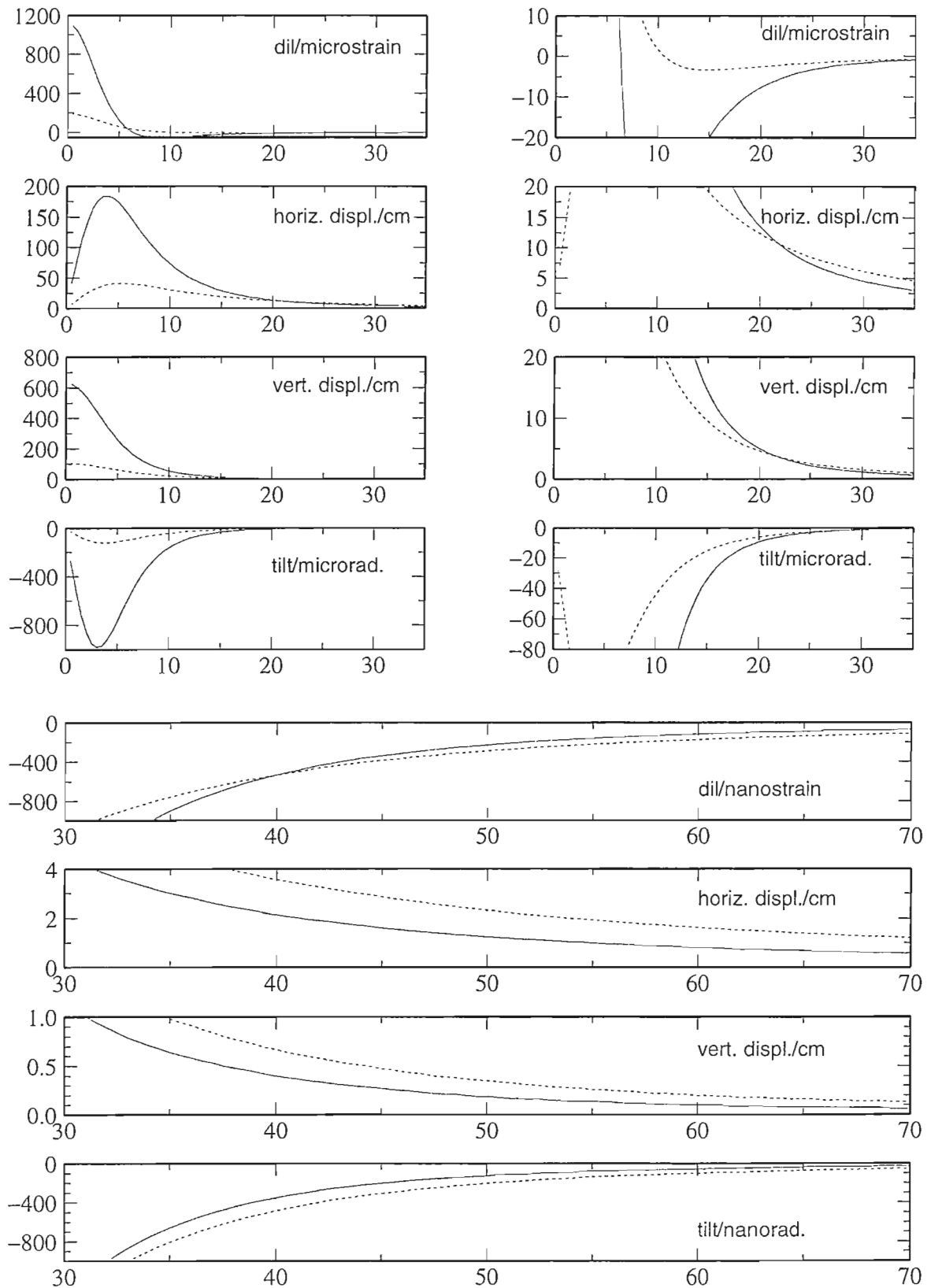
4 SPJALL

Niðurstöður eru sýndar á myndum 2–14. Á mynd 15 eru merkt nokkur örnefni og mæl-istaðir og er hún í sama kvarða og myndir 3–14. Miðað er við ætlaðar miðjur askjanna undir Mýrdalsjökli (63.65°N , 19.10°V) og Eyjafjallajökli (63.63°N , 19.63°V). Þá mynd má því leggja ofan á hinar og snúa og hliðra eftir þörfum til að meta hver áhrifin eru við breytilega afstöðu gangs.

Sniðin á mynd 2 sýna áhrif frá líkani Vc og jafnstórri ellipsóíðu, Ve (mynd 1). Við sjáum að áhrif ellipsóíðunnar eru mun meiri en kúlu frá miðju út í 10–15 km fjarlægð. Í 20–25 km fjarlægð snýst þetta við fyrir lárétta og lóðrétta færslu og halla en í 40 km fjarlægð fyrir þenslu.

Það er rétt að staldra aðeins við mynd 2 og skoða þennan mikla mun á bjögun frá kúlu (Vc) annars vegar og láréttri ellipsóíðu (Ve) hins vegar. Hann er 4–6 faldur þar sem mest er. Almennt þá má segja að miðað við kúlu getur tilsvarendi ellipsóíða á meira dýpi valdið svipaðri bjögun nálægt miðju ef um álíka rúmmálsbreytingu er að ræða. Sömuleiðis getur sambærileg ellipsóíða á sama dýpi og kúla en með minni rúmmálsbreytingu haft sömu áhrif og að sjálfsgöðu minni ellipsóíða einnig. Þá er einnig rétt að hafa í huga að hugsanlegt kvikuhólf getur haft allt aðra lögun svo sem að lengsti ás sé nær lóðréttu en ég hef ekki gert neina slíka reikninga enn. Öll þessi margræðni er vel þekkt staðreynd en það er engu að síður athyglisvert að sjá þennan mikla mun í þessu dæmi.

Athugum aðeins hvað líklegt er að mælitæki okkar geti séð af breytingum frá líkönum



Mynd 2. Bjögun vegna ellipsóíðu (heil lína) og kúlu (strikalína). Allar myndirnar sýna bjögun frá sömu líkönum en hafa mismunandi kvarða og fjarlægð frá miðju. Láréttur ás er fjarlægð í km frá miðju kvikuhólfs. Einingar lóðrétts áss eru skrifaðar á myndirnar. „dil“ er þensla og jákvæð gildi tákna rúmmálsaukningu. „horiz. displ.“ er lárétt færsla og jákvæð gildi sýna færslu frá miðju. „vert. displ“ er lóðrétt færsla og jákvæð gildi sýna landhækkun. „tilt“ er halli í geislum (rad.) og jákvæð gildi sýna halla niður að miðju.

Vb og Ve á mynd 1 og sýndar eru á mynd 2. Þenslumælarnir hafa næmni upp á um 10^{-12} strain. Órói eða suð verður oft 3 nanóstrain (10^{-9}) á tímakvarða sem nemur allt að sólarhring en getur orðið 10–100 sinnum stærri á lengri tíma. Því sést snögg þrýstingsbreyting í svona hólfum (Vc og Ve) a.m.k. út í 70 km. Hægari breyting (2–4 mánuðir) ætti að vera merkjanleg innan 35–40 km frá miðju. GPS ákvörðun sem byggir á sólarhrings mælingu hefur 0.2–0.3 cm óvissu í láréttri staðarákvörðun og ætti lárétt færsla að sjást út í um það bil 70 km. Óvissa í lóðréttum þætti GPS mælinga er um 1 cm og örugg breyting verður því ekki greind utan 30 km skv. þessum líkönnum. Hallamælingar með landmælingatækjum (dry tilt) hafa um 2 microrad. óvissu í uppsetningunum í kring um Eyjafjalla- og Mýrdalsjökul. Breytingar á halla innan 30 km frá miðju gætu því verið marktækar.

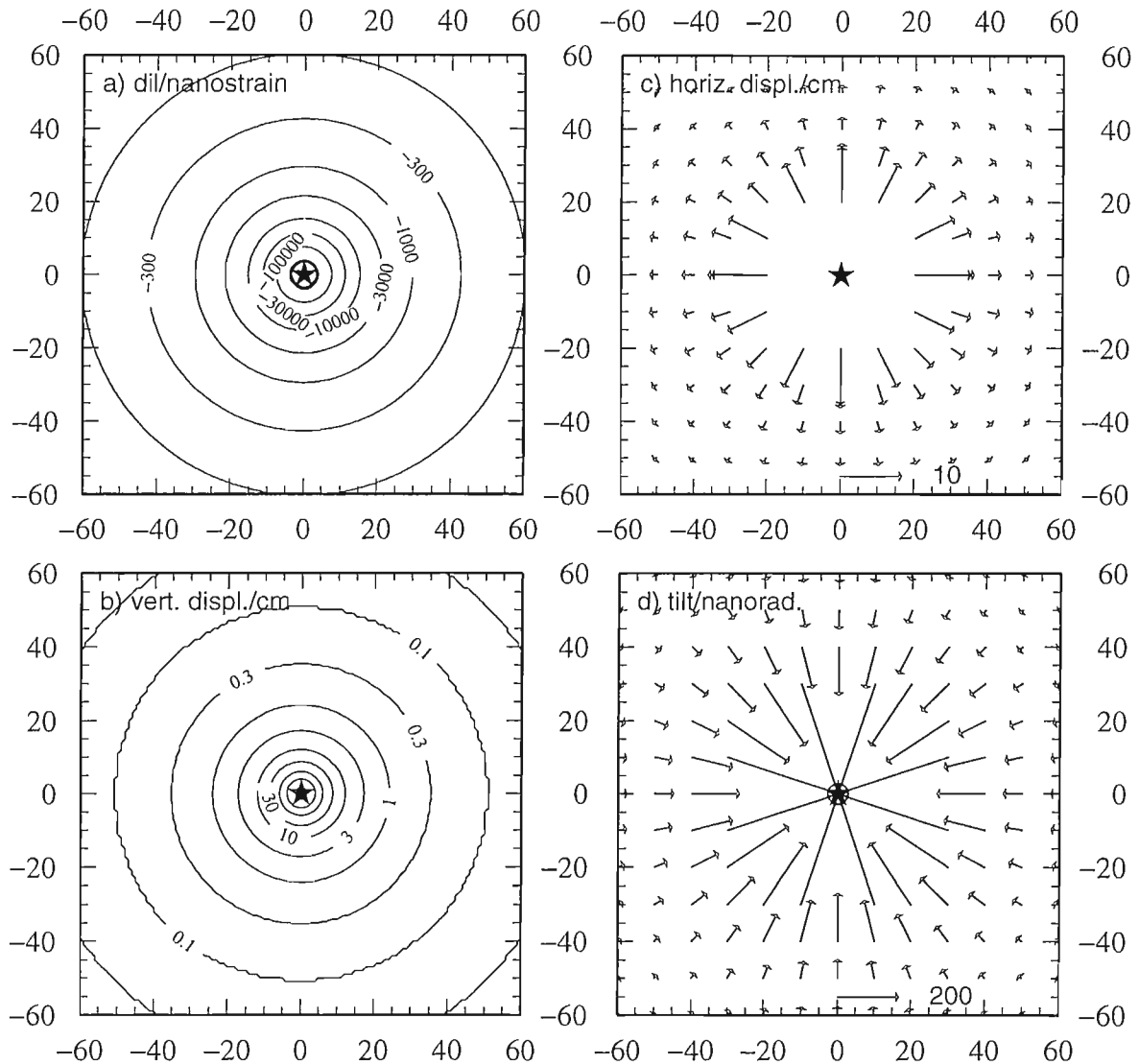
Almennt má segja um líkönin þar sem eingöngu er um að ræða þrýstingsbreytingu í hólfu (myndir 3–8) að lárétt færsla væri marktæk á öllu svæðinu sem sýnt er á myndunum. Þenslubreytingar eru þess eðlis að á keilu sem kalla mætti hnútkeilu verða engar breytingar. Hringurinn sem keilan myndar á yfirborði, þar sem engin breyting verður, stækkar eftir því sem upptökin eru dýpra og t.d. fyrir líkan Vd er hann með 20 km radíus (mynd 8). Í þessum tilvikum er hann fremur skarpur þannig að víðast hvar væri merkið sterkt. Óvissa í hallamælingum og lóðréttum GPS mælingum er hlutfallslega meiri og breytingar á þeim væru marktækar innan 25–30 km.

Myndir 9–14 sýna bjögun sem verður við myndun gangs og þrýstingsmínkun í kviku-hólfi sem fæðir hann. Í þessum líkönnum er vægi gangsins meira en þrýstingsmínkunin í tilsvarendi kvikuhólfi. Sviðið er stefnuháð og mestar breytingar eru þvert á gang og til enda hans og hnútplön þar á milli. Á svæðum þar sem bjögun er mest mundi hún sjást á þenslumælum út í 60 km ef um væri að ræða breytingu sem ætti sér stað á nokkrum klukkustundum. Hallabreytingar, láréttar færslur og hægari þenslubreytingar eru marktækar innan 10–15 km fjarlægðar frá miðju gangs. Lóðréttar breytingar sæust ekki nema mun nær.

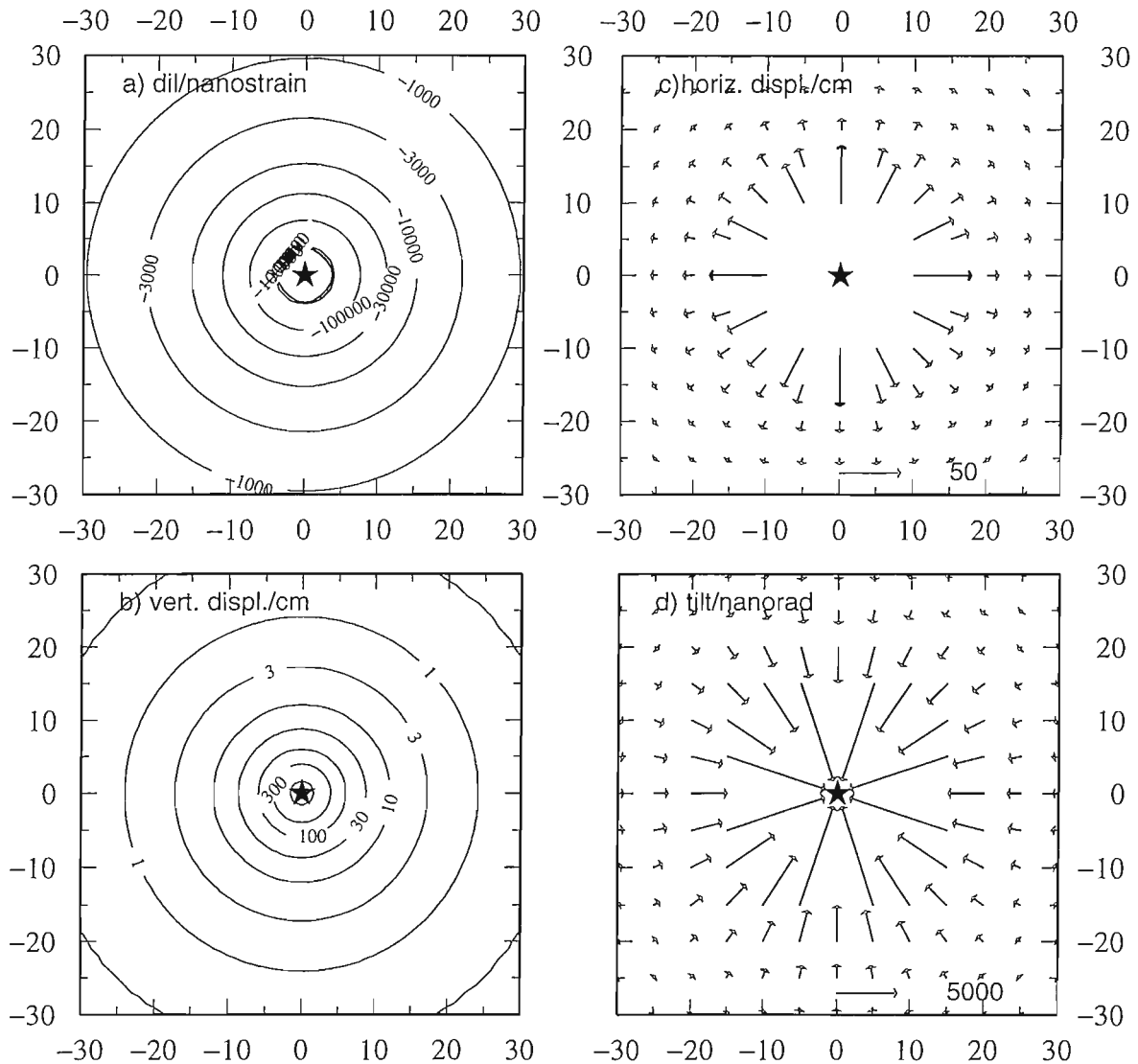
Ef við skoðum nýlega mælingu halla á Fimmvörðuhálsi sem Norræna eldfjallastöðin hefur birt, þá er mælistaðurinn í um 15 km fjarlægð frá miðju Kötluöskjunnar og í 10 km fjarlægð frá Eyjafjallajökli. Hallabreytingin er 10 microrad. og annaðhvort hefur Eyjafjallajökull risið eða Mýrdalsjökull sigið. Ef Eyjafjallajökull hefur risið gætu líkön Vb, Vc (myndir 5–8) eða eitthvað þar á milli skýrt það. Marktæk breyting mundi ekki mælast í Kötluökri eða Jökulkrók en mæling á Dagmálafjalli mundi festa þetta. Ekki er unnt að skýra landhæðarbreytingarnar sem nú eru að koma fram með slíku líkani þar sem innbyrðis munur virðist of mikill. Ef hins vegar Mýrdalsjökull væri væri að síga þá eru Jökulkrókur og Kötluökri álíka langt frá miðju öskjunnar og Fimmvörðuháls og breytingar þar ættu að vera álíka stórar en það mælist ekki. Því má ætla að þessi atburðarrás sé flóknari en svo að þessi líkön geti skýrt hana.

5 LOKAORÐ

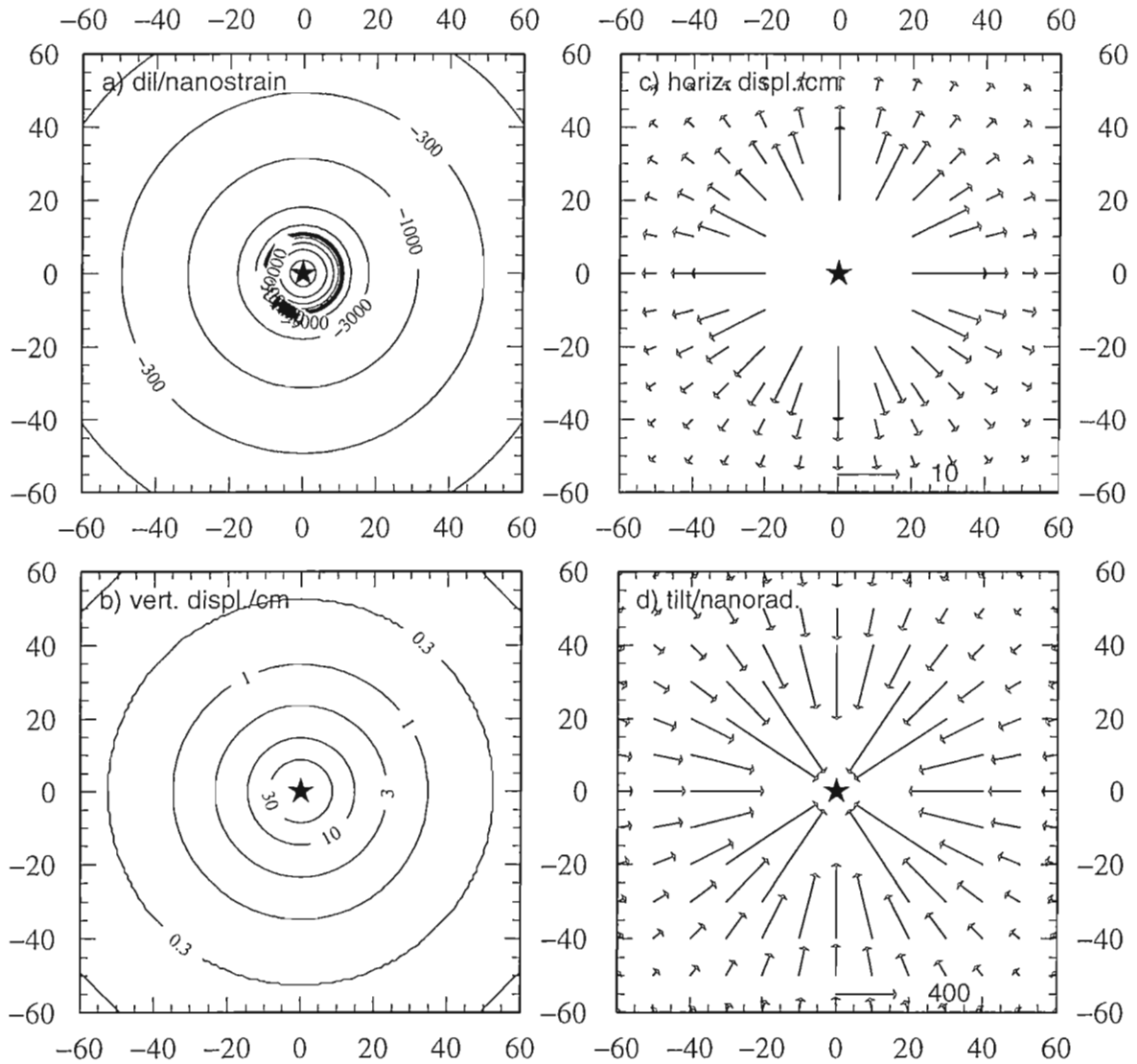
Þessi líkön byggja ekki á miklum beinum athugunum. En þau gefa engu að síður góða hugmynd um hve mikil bjögunin getur orðið. Vonandi gagnast þau einhverjum eitthvað þegar farið verður að rýna í þau nýju gögn sem nú streyma inn.



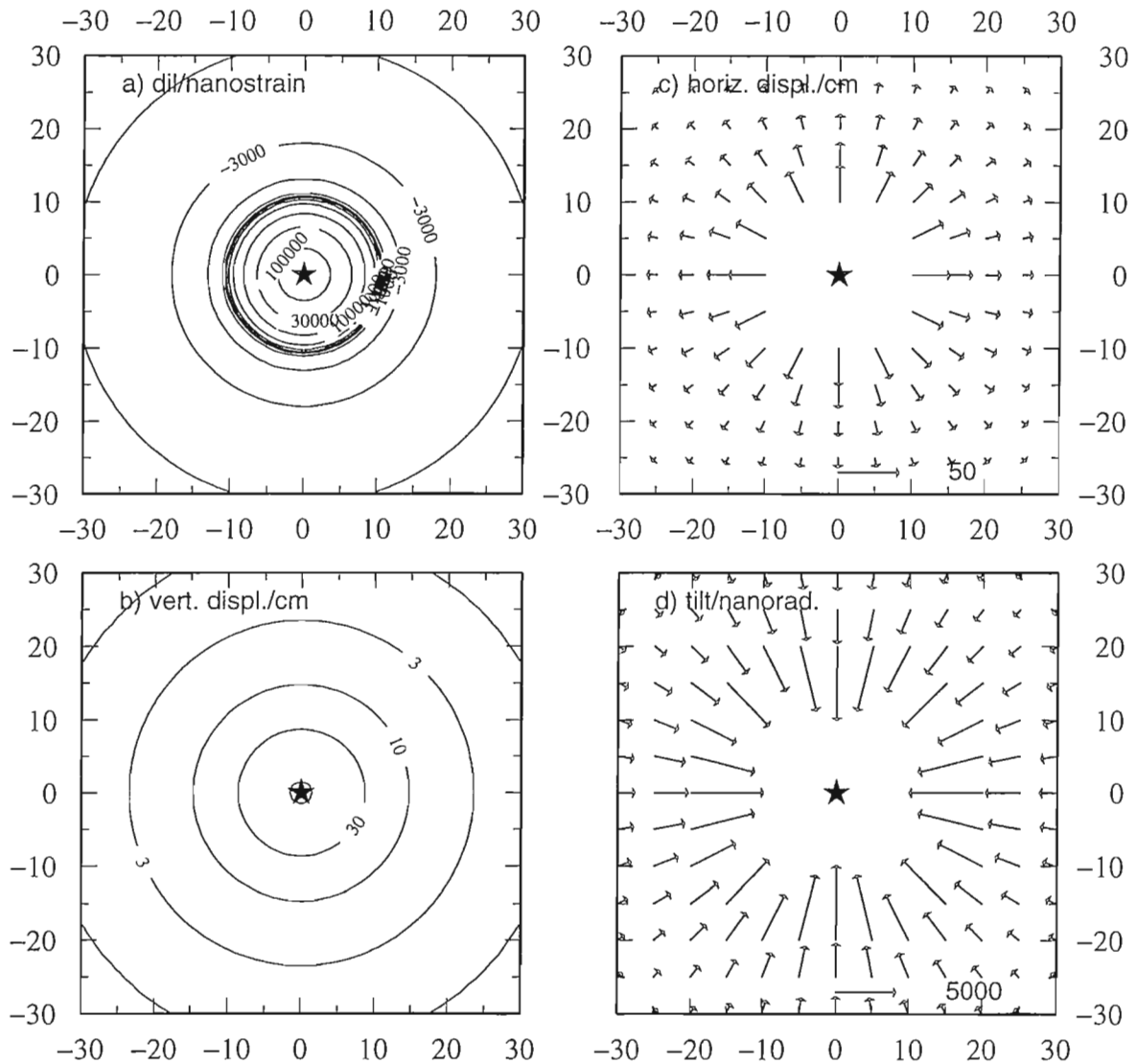
Mynd 3. Bjögun vegna þrýstingsaukningar í hólfi Vb. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



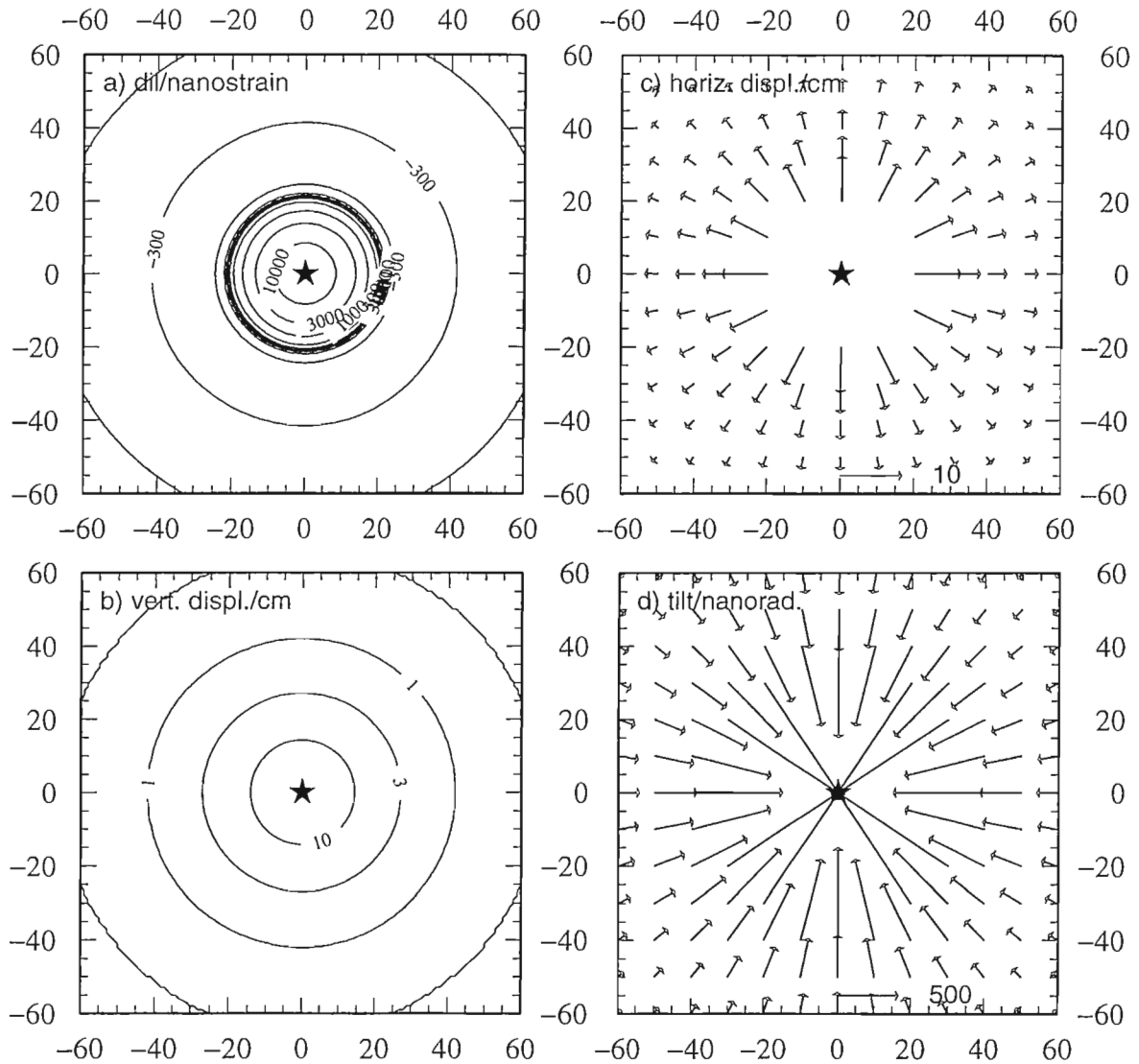
Mynd 4. Bjögun vegna þrýstingsaukningar í hólfi Vb. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



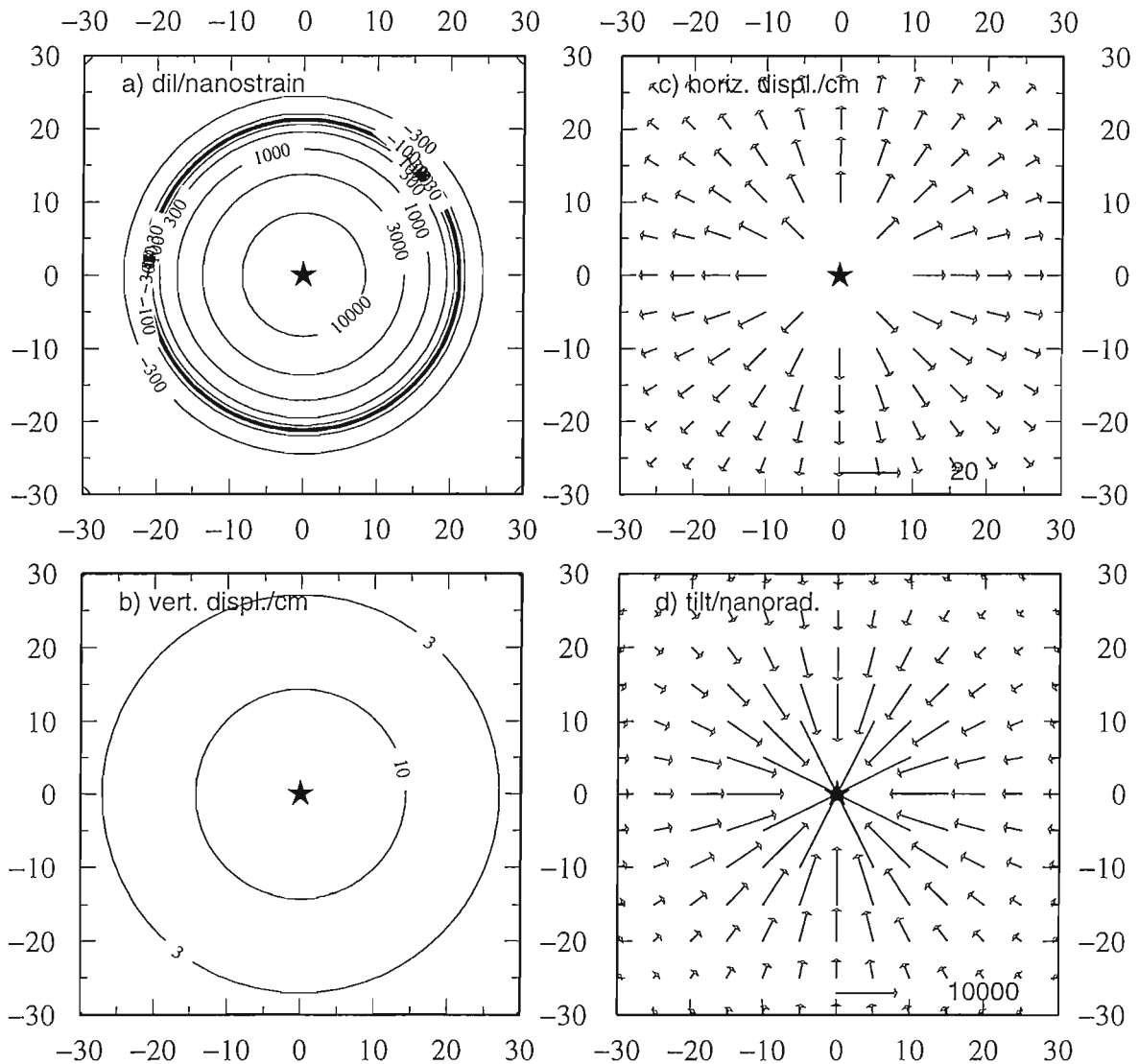
Mynd 5. Bjögun vegna þrýstingsaukningar í hólfi Vc. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



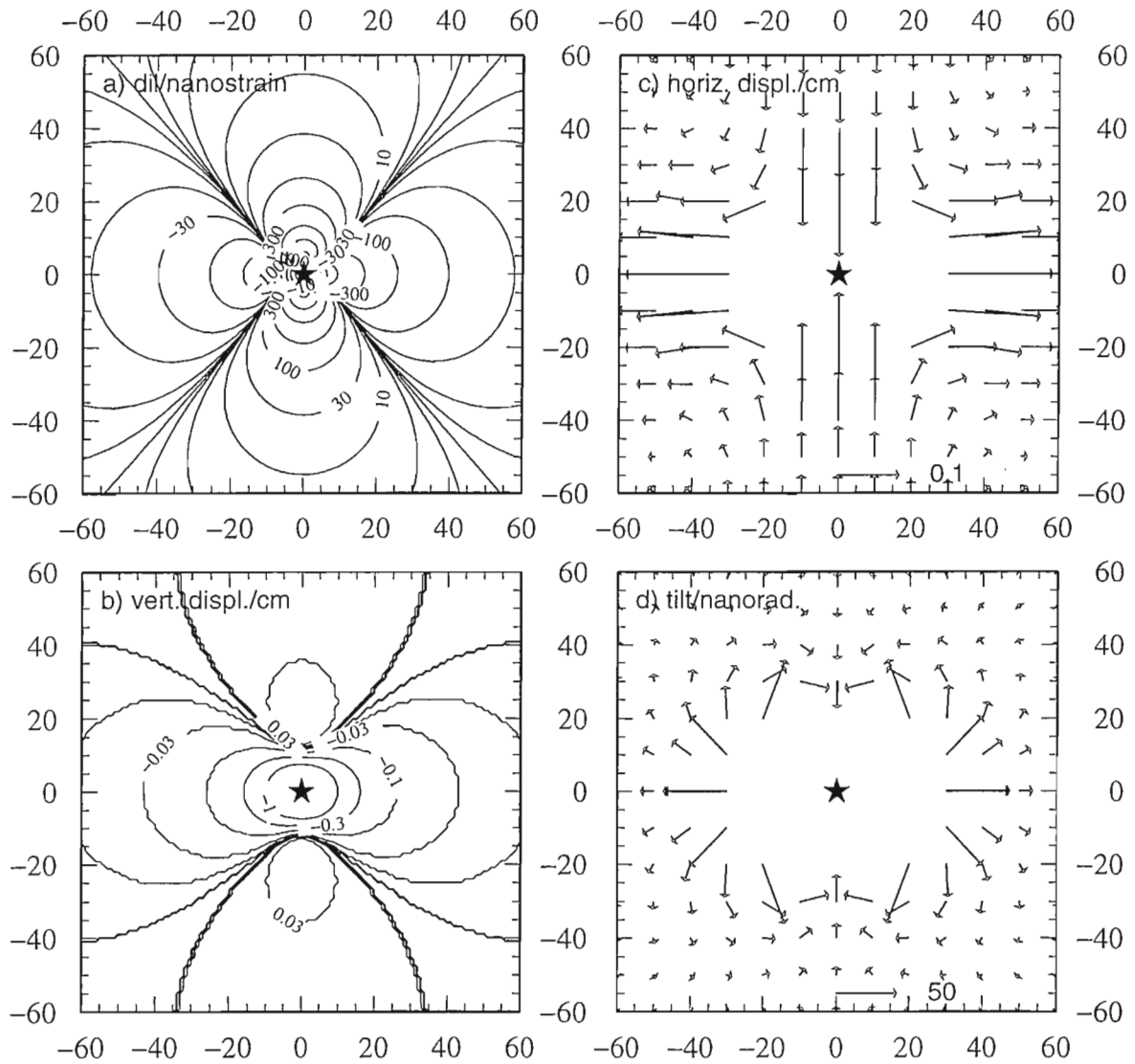
Mynd 6. Bjögun vegna þrýstingsaukningar í hólfi Vc. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



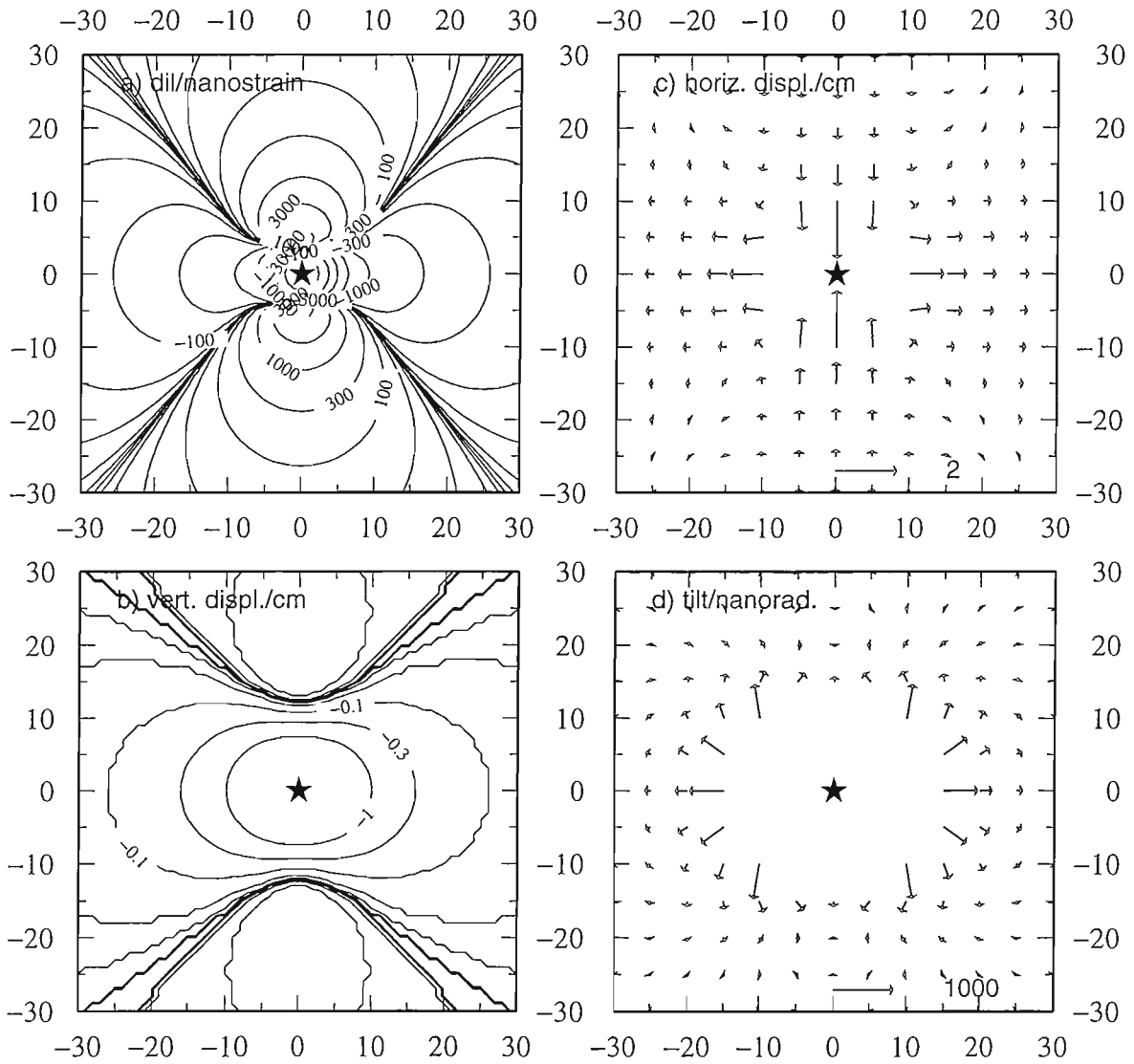
Mynd 7. Bjögun vegna þrýstingsaukningar í hólfi Vd. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



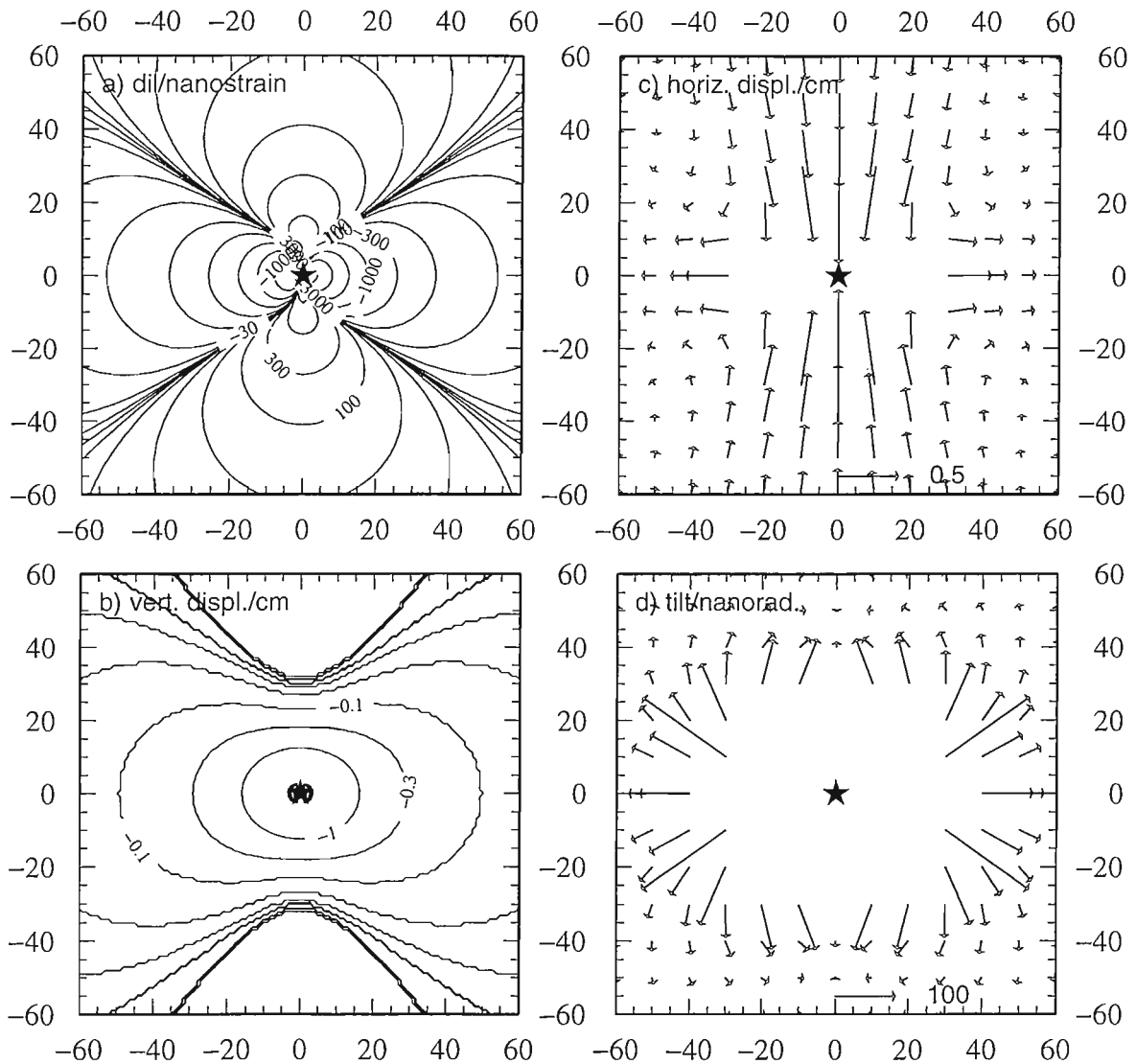
Mynd 8. Bjögun vegna þrýstingsaukningar í hólfi Vd. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



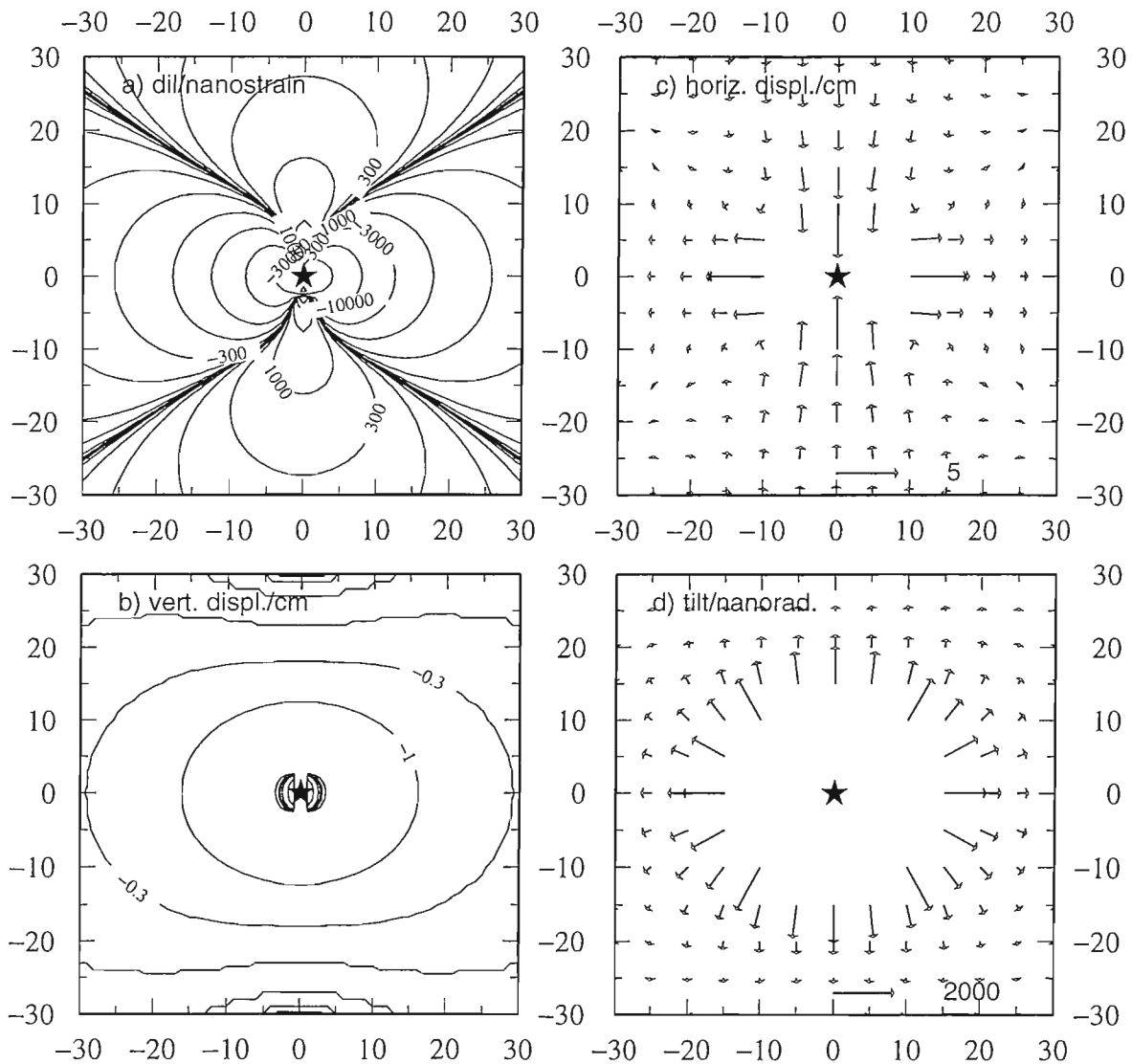
Mynd 9. Bjögun vegna myndunar gangs og þrýstingsminnkunar í hólfi Vb. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvur benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



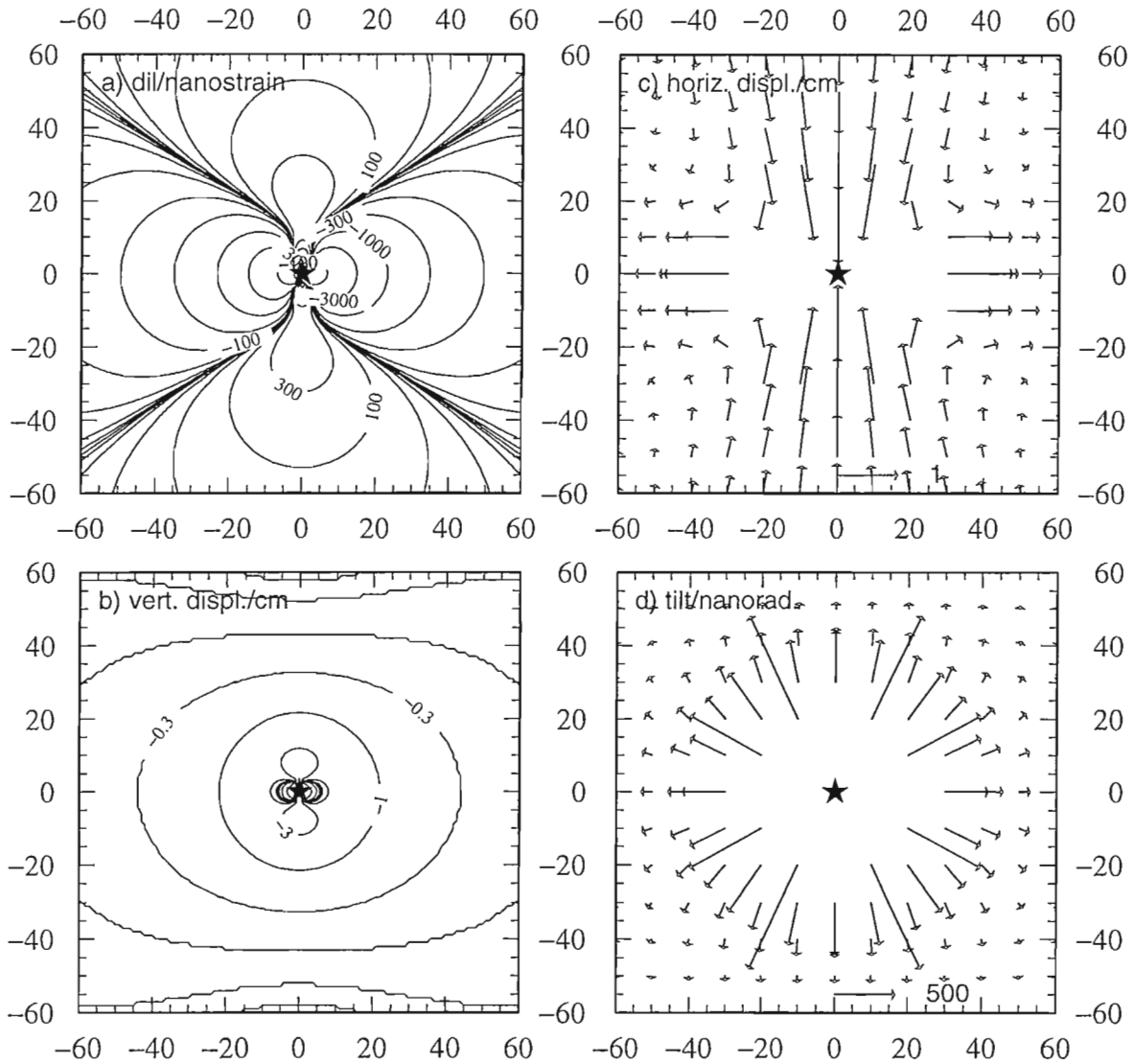
Mynd 10. Bjögun vegna myndunar gangs og þrýstingsminnkunar í hólfi Vb. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



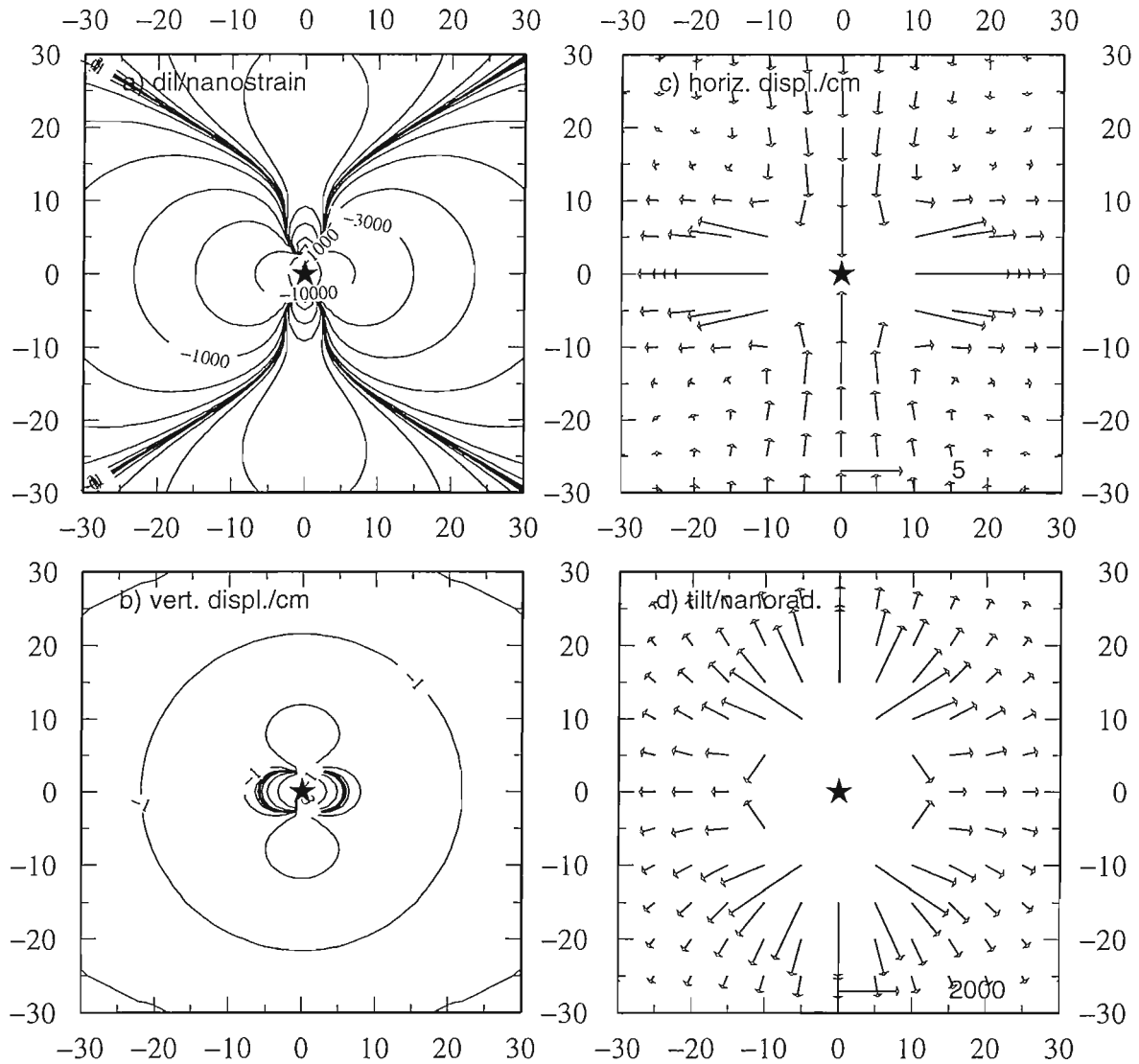
Mynd 11. Bjögun vegna myndunar gangs og þrýstingsminnkunar í hólfi Vc. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



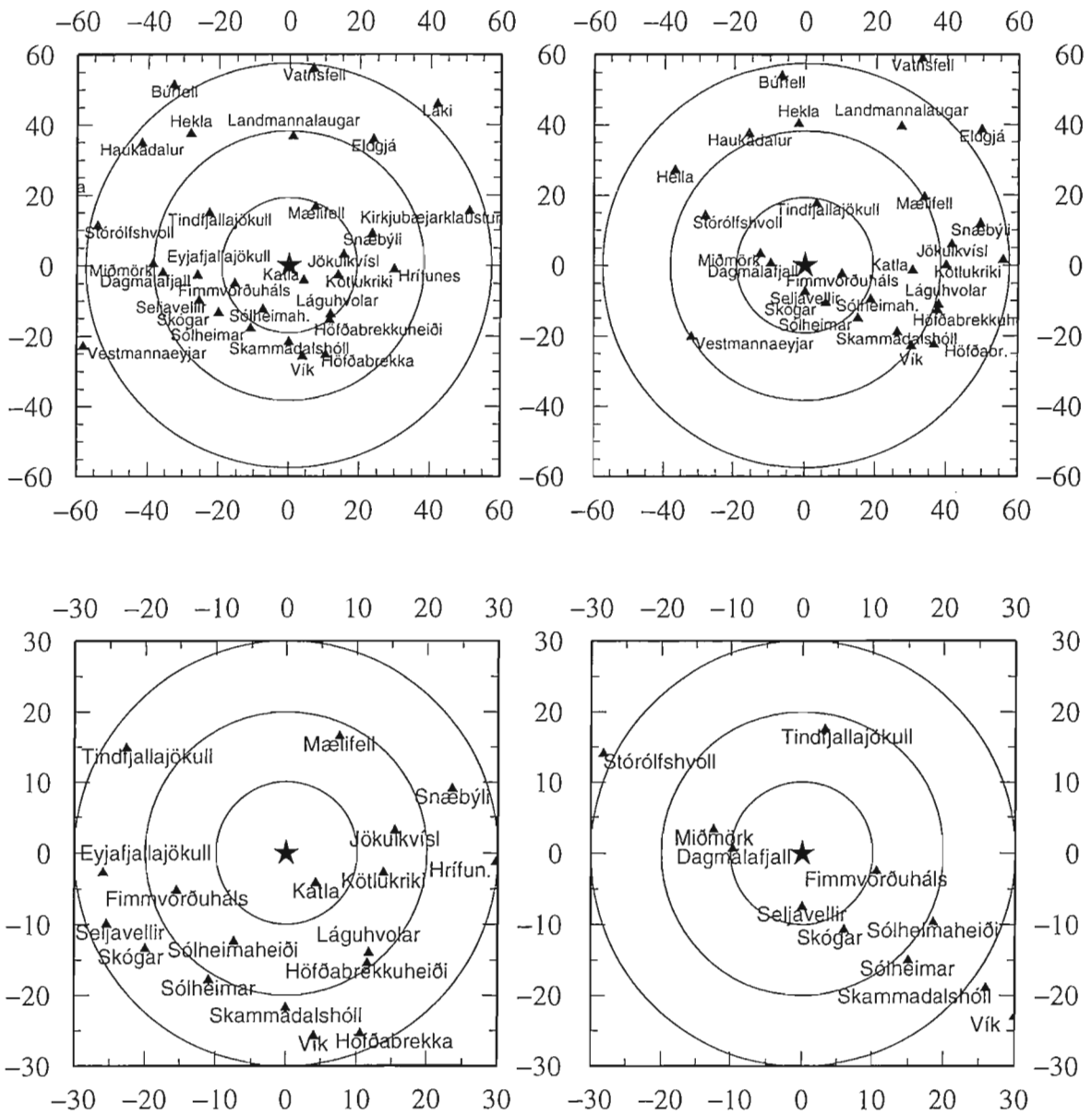
Mynd 12. Bjögun vegna myndunar gangs og þrýstingsminnkunar í hólfi Vc. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



Mynd 13. Bjögun vegna myndunar gangs og þrýstingsminnkunar í hólfi Vd. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



Mynd 14. Bjögun vegna myndunar gangs og þrýstingsmínkunar í hólfi Vd. Í efra vinstra horni er þensla. Jákvæð gildi sýna rúmmálsaukningu bergs. Í neðra vinstra horni er lóðrétt færsla. Í efra hægra horni er lárétt færsla og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Í neðra hægra horni er halli. Örvar benda í átt aukinnar landhæðar og stærðarkvarði neðst á miðri mynd. Einingar eru skrifaðar á myndirnar og ásar eru í km út frá miðju hólfs.



Mynd 15. Nokkrir mælistaðir og örnefni. Hringir með geisla 20, 40 og 60 km fyrir stærra svæði og 10, 20 og 30 km fyrir minna svæði. Myndir vinstra megin eru miðaðar við miðju Kötluöskjunnar en hægra megin við miðju Eyjafjallajökuls. Ásar í km.