



ORKUSTOFNUN

**Notkun þyngdarmælinga til að fylgjast með
vatnsborðslækkun vegna leka í
Vestfjarðargöngum**

Hjálmar Eysteinnsson

Greinargerð HE-93-01

Notkun þyngdarmælinga til að fylgjast með vatnsborðslækkun vegna leka í Vestfjarðargöngum

Vegna þess mikla leka sem er í Vestfjarðargöngunum var Orkustofnun, meðal annara, fengin til að gera tillögur um hvernig megi tengja lekann við jarðfræði svæðisins. Í göngunum er lekinn við misgengi sem má rekja á yfirborði. Ekki hefur þó verið sýnt fram á það með öbyggjandi hætti að þetta vatn komi eingöngu úr áðurnefndu misgengi og er því leitað aðferða til að kanna hvaðan vatnið kemur.

Í göngunum er þykkt misgengisins um 1m. Vatnsmagnið sem rennur úr því er 1500-2000 l/s sem er nálægt milljón tonn á viku (10^9 kg). Þegar svo mikið vatnsmagn kemur úr berginu hlýtur það að þýða lækku á vatnsborði einhverstaðar. En við lækku vatnsborðs lækkar þyngdarsvið á yfirborði. Spurningin er hvort slík þyngdarlækku sé nægjanlega mikil til að vera mælanleg og hvort hún fylgi misgenginu eins og það sést á yfirborði. Til að kanna hvort hægt er að svara slíkri spurningu með þyngdarmælingu er hér sett upp líkan af misgenginu og reiknaðar út þyngdarbreytingar sem verða þegar tappað er af því.

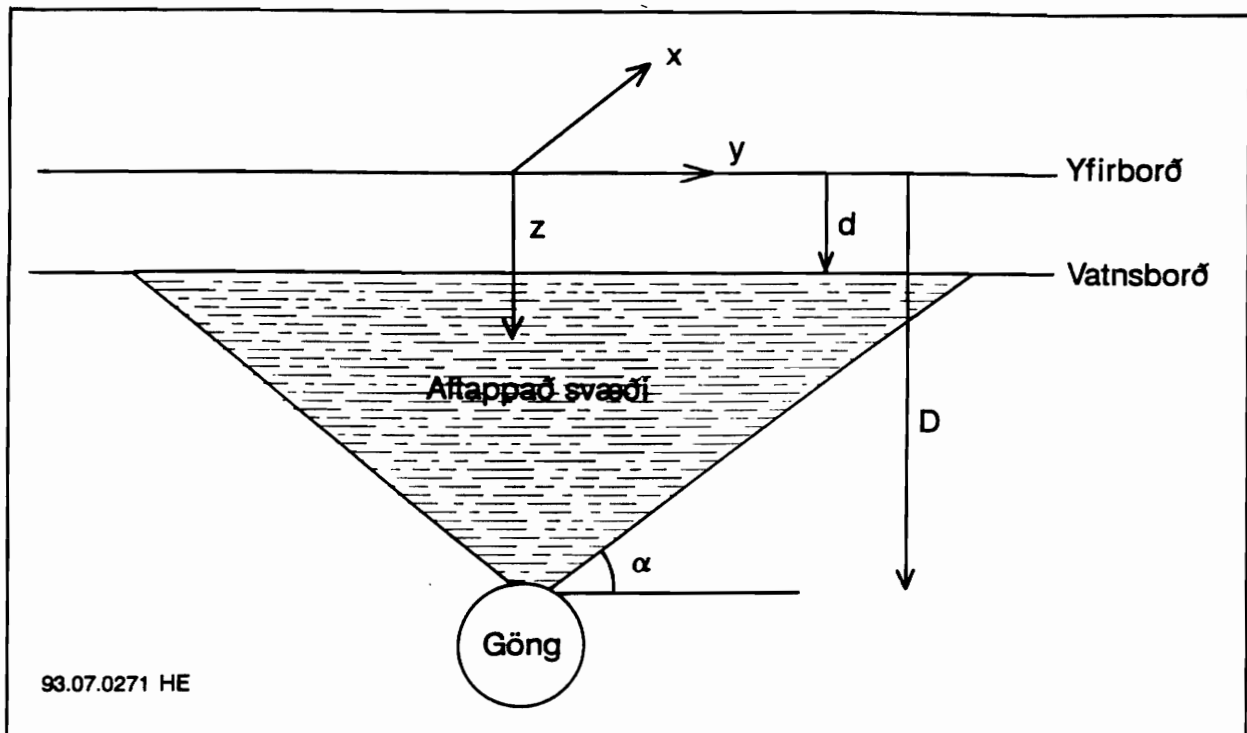
Gert er ráð fyrir að líkja megi misgenginu við þunnan lóðréttan tank með þykkt t. Tankurinn er á dýpinu d (vatnsborð) og reiknað með því að hann sé 20% fullur af vatni þ.e. reiknað er með 20% poruhluta. Þegar göngin skera tankinn (misgengið) á dýpinu D, tappast af honum og vatnsborð lækkar. Eftir einhvern tíma er vatnsborðið orðið V laga beint fyrir ofan göngin (mynd 1). Útreiknað þyngdaráhrif eftir línu sem liggur þvert á misgengið er sýnd á mynd 2, þar sem: $t=1$ m, $d=30$ m, $D=400$ m, hornið $\alpha=45^\circ$, og eðlis-massabreyting vegna vatnsborðslækkunnar er 200 kg/m^3 . Mesta útslag er um 6 μgal , sem er innan við nákvæmni þyngdarmælinga (10-20 μgal). Ef tappað er algjörlega úr misgenginu (þ.e. $\alpha = 0^\circ$ á mynd 1), þá fæst mesta þyngdarfrávik upp á 7 μgal (mynd 2) sem einnig er of lítil stærð til að hægt sé að fylgjast með því. Ef gert er ráð fyrir að vatn komi ekki eingöngu úr misgenginu, heldur einnig úr láréttum millilögum og renni þaðan í misgengið þá mætti búast við svipuðum áhrifum og í ofangreindu líkani með þykkri vatnstanki. Ef við setjum t.d. þykkina $t=100$ m, fæst mesta útslag um 0.5 mgal fyrir $\alpha=45^\circ$ og 0.6 mgal fyrir $\alpha=0^\circ$ (mynd 3). Slýkar þyngdarbreytingar eru vel mælanlegar. Upprunanlega dýpið niður á vantstankinn (d á mynd 1) hefur talsverð áhrif á niðurstöðurnar, t.d. ef d er sett í 10 m í stað 30 m fæst 40% stærra útlsg.

Af ofansögðu má ljóst vera að árangur þyngdarmælinga til að fylgjast með vatnsborðslækkun er mjög háður aðstæðum sem fyrir hendi eru í jarðlagastaflanum. Ef allt vatnið kemur úr misgenginu eingöngu (1m þykkt) þá ná þyngdarmælingarnar ekki að skynja vatnsborðslækkun í því. Í slíku líkani er rúmmál vatns sem rúmast innan V laga svæðisins á mynd 1 einingus $0.03 \cdot m^6$ (miðað við 20% poruluta) samanborið við $10^6 m^3$ leka á viku úr göngunum. Því þyrfti megnið að vatninu að renna lárétt eftir misgenginu úr meiri fjarlægð. Hinsvegar ef gert er ráð fyrir að vatn komi einnig úr láréttum millilögum þannig að líta megi á misgengið sem þykkri vatnstank þá sýna líkanreikningar að hægt sé að nota þyngdarmælingar til fylgjast með vatnsborðslækkun. Ef slíkt á að vera mögulegt verða mælingar að hefjast sem allra fyrst svo að viðunandi mat á byrjunarástandi fáiast.

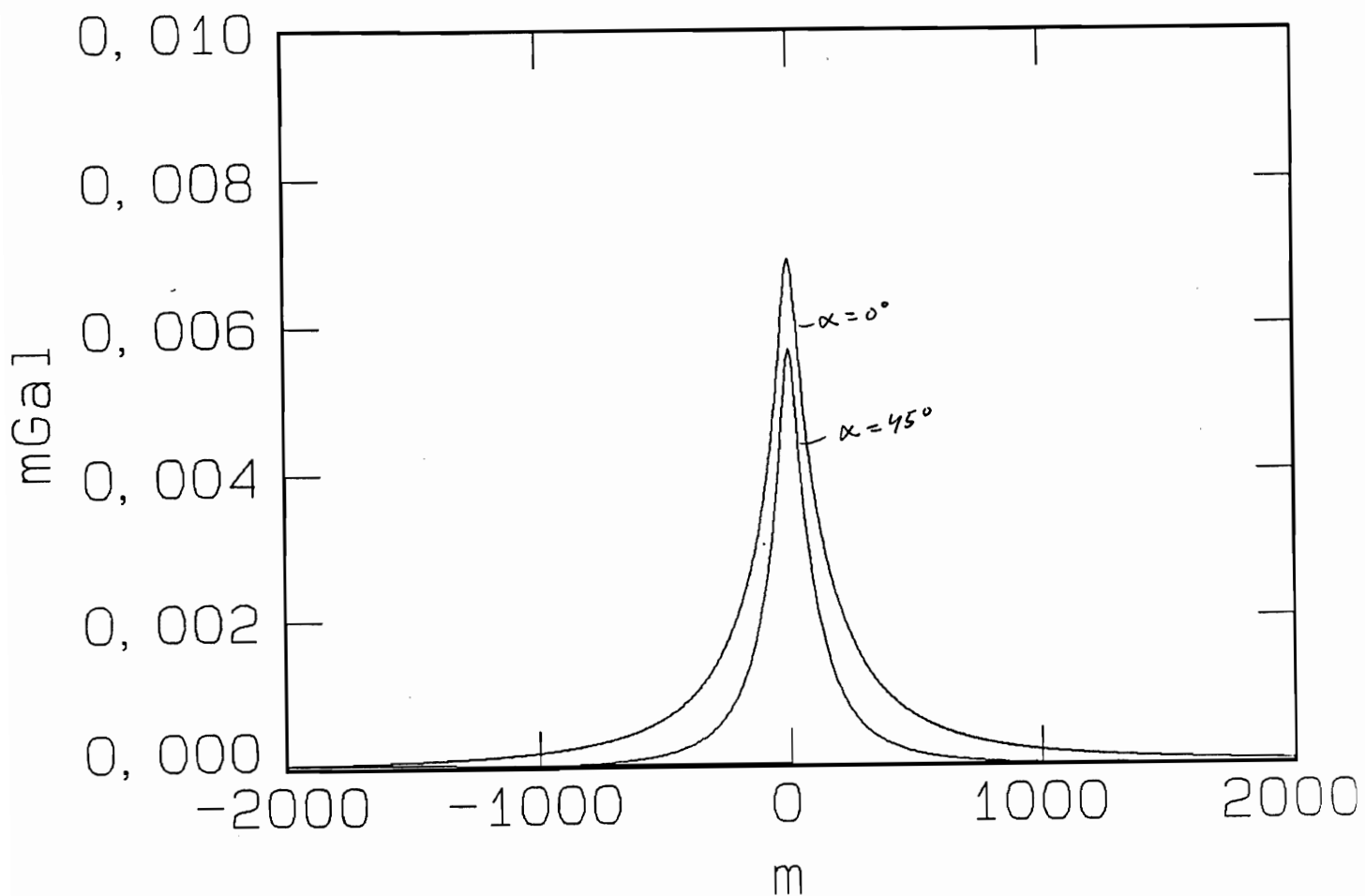
Gert er ráð fyrir að mældir séu 31 punktar á 5 línnum (mynd 4) auk viðmiðunarpunkts utan þess svæðis sem reiknað er með þyngdarbreytingum. Búist er við að ljúka megi slíkri mæliferð á tveim dögum (með ferðum) en þó er reiknað með einum auka degi í fyrstu ferð þar sem vinna þarf ákveðna undirbúningsvinnu við að leggja út ákvarða mælinetið. Þörf er fyrir að minnsta kosti þrem mæliferðum, ein í upphafi til að fá upphafsástanidð, önnur þegar talvert hefur dregið úr vatnsmagni (t.d. minnkað um 30%) og ein þegar verulega hefur dregið úr vatnsflæði og það orðið nokkuð stöðugt. Ef vart verður við þyngdarbreytingar eftir aðra ferðina er e.t.v þörf fyrir að breyta mælinetinu og bæta við fleirri ferðum. Gera þarf ráð fyrir þrem dögum í úrvinnslu og frágang greinargerðar. Kostnaður samkvæmt gjaldskrá Orkustofnunar utan VSK væri því:

Mælingar	7dagar*14tímar/dag*2551kr/tíma	249.998 kr
Gisting og upphald	4dagar*7920kr/dag+4dagar*3850kr/dag	43.230 kr
Tækjaleiga	10335kr/dag*7dagar	72.345 kr
Bíll	7dagar*5825kr/dag	40.775 kr
Flugfar	3ferðir*11.830kr/ferð (með VSK)	35.490 kr
Úrvinnsla	3dagar*8tíma/dag*2551kr/dag	61.224 kr
Samtals		503.062 kr

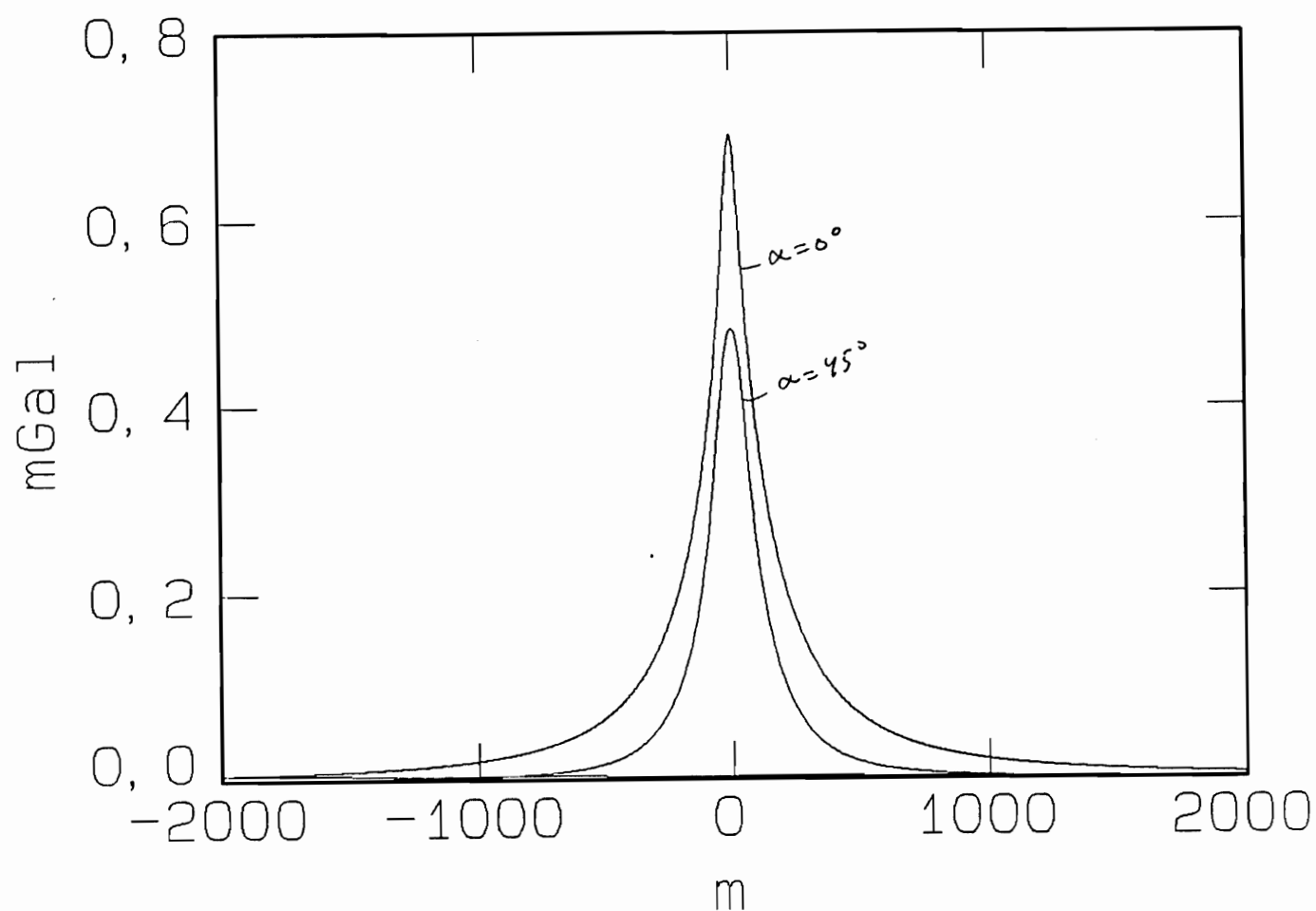
Ef Vegagerðin getur séð fyrir bíl, gistingu og upphaldi dregst sá kostnaður frá.



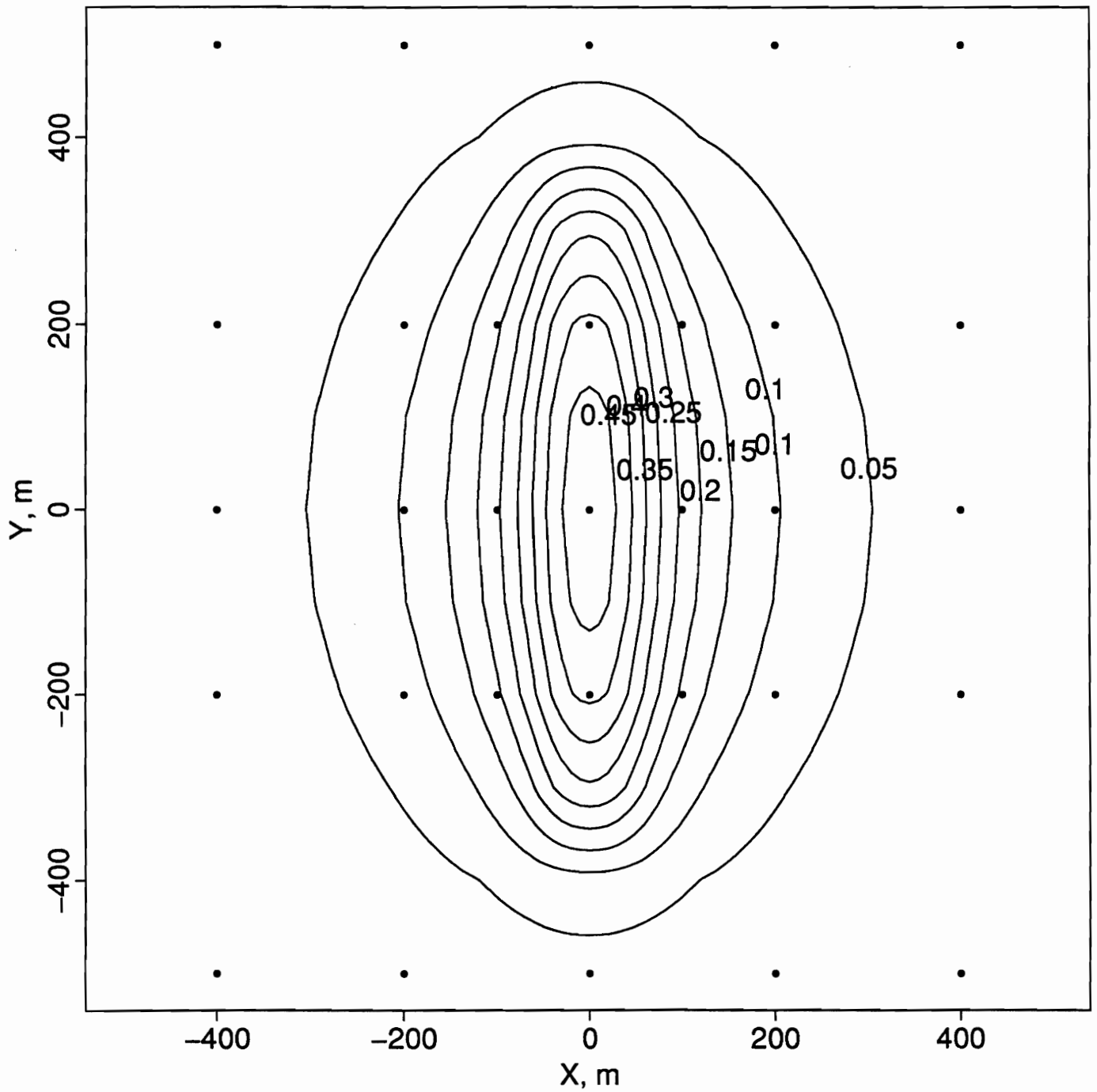
Mynd 1: Þverskuður af líkani. Y er í stefnu misgengis.



Mynd 2: Þyngdaráhrif sem fram koma á yfirborði þegar þríhyrningurinn á mynd 1 er vatnstæmdur, fyrir $\alpha=0^\circ$ og 45° . Þykkt "vatnstanksins" er 1 m, eðlismassabreyting er 200 kg/m^3 , d er 30 m og $D=400$ m.



Mynd 3: Þyngdaráhrif sem fram koma á yfirborði þegar þríhyrningurinn á mynd 1 er vatnstæmdur, fyrir $\alpha=0^\circ$ og 45° . Þykkt "vatnstanksins" er 100 m, eðlismassabreyting er 200 kg/m^3 , d er 30 m og $D=400$ m.



Mynd 4: Pyngdaráhrif á yfirborði í mgal fyrir sama líkan og á mynd 3. Punktar sýna væntanlega staðsetningu mælistöðva.