

Þrívítt reiknilíkan af Hellisheiði og
Nesjavöllum. Staða og horfur í
nóvemberbyrjun 2001

**Arnar Hjartarson,
Grímur Björnsson,
Guðmundur S. Böðvarsson**

Greinargerð ArH-GrB-GSBö-2001-01

Prívítt reiknilíkan af Hellisheiði og Nesjavöllum

Staða og horfur í nóvemberbyrjun 2001

Inngangur

Eftirfarandi greinargerð lýsir stöðu við smíði nýs reiknilíkans af Hellisheiði og Nesjavöllum. Til verksins var stofnað í ágústlok 2001. Upphaflega stóð til að vinna tvö reiknilíkön af ofantöldum jarðhitakerfum, og að kubbaskipting þeirra stýrðist af réttthyrndri lögun. Má kalla það tillögu 1. Inn í þetta réttthyrnda kerfi er svo smeygt nýju kubballíkani Nesjavalla, samsett úr marghyrningum og gert mun þéttara en í núverandi líkani (Grímur Björnsson o.fl., 2000). Er það þá tillaga 2. Ljóst var þegar í upphafi að talsverð handavinna fælist í að tengja þessi tvö líkön innbyrðis svo og til ystu jaðra.

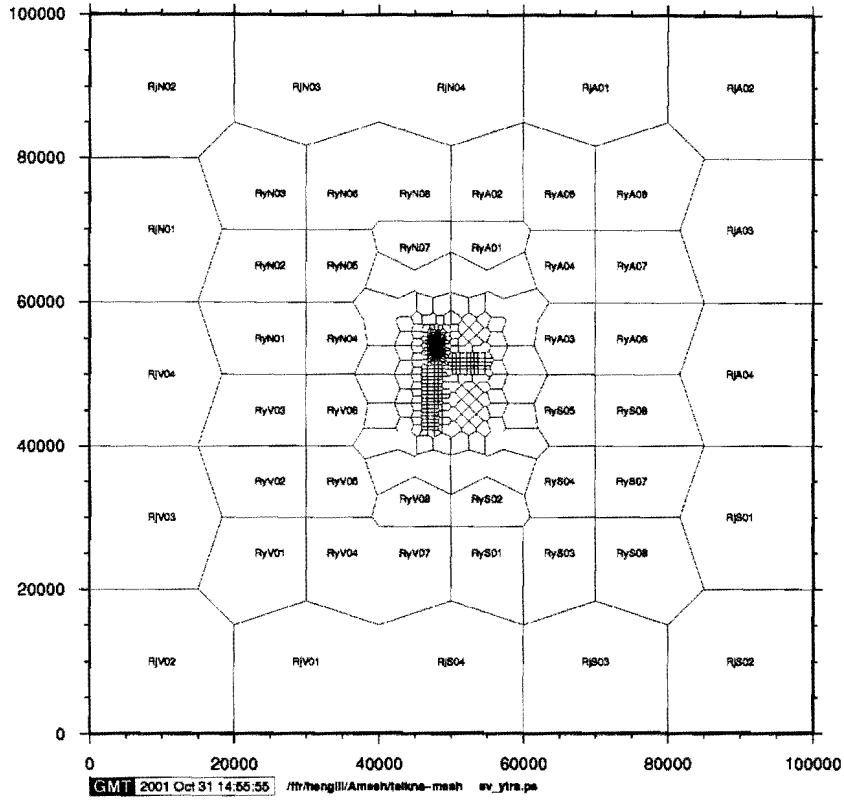
Við nánari skoðun hafa höfundar fallið frá þessari aðferðafræði og vilja nú vinna aðeins eitt líkan fyrir allar borholur á Hellisheiði og á Nesjavöllum. Styrkur þessarar aðferðar er einkum vinnuhagræði og aukið öryggi í mötun upplýsinga til reikniverks iTOUGH2. Óhagræði er hins vegar af auknum keyrslutíma í tölvu, en þar vegur á móti að reiknihraði örgjörva hefur vaxið úr 0,8 í 1,3 GHz frá því síðast var kvarðað reiknilíkan af Nesjavöllum árið 2000.

Greinargerðin er þannig upp byggð að fyrst er lýst því kubballíkani sem nú er búið að smíða. Getið er um skráarsvæði og teikniseljar í tölvum Orkustofnunar. Loks er lýst næstu skrefum í verkinu.

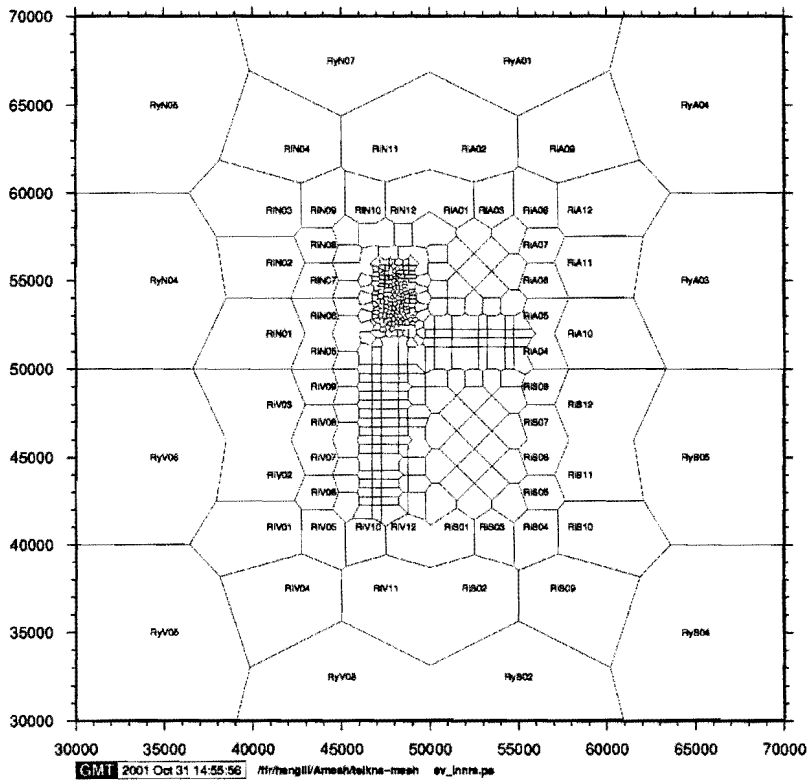
Lýsing kubballíkans

Sem fyrr er greint hefur verið gerð sú grundvallarstefnubreyting í reiknilíkönunum af Hengilssvæði, að þróa aðeins eitt og sama líkanið fyrir allar borholur Orkuveitunnar á svæðinu (Vestur-Hengill, Hellisheiði, Ölkelduháls og Nesjavellir). Kubbaskipting er gerð með forritinu AMESH frá Lawrence Berkeley Laboratory. Verulegur kostur þessarar aðferðar er að forritið étur inn inntaksskrá sem lýsir nafni hvers kubbs í líkaninu, hniti hans, lagnúmeri, þykkt og hæð. Nýjar holur, sem Orkuveitan borar, er þá hægt að fella auðveldlega að líkaninu, einfaldlega með því að skilgreina hnit bestu æðar, í inntaksskrá AMEHS, og endurgera kubbaskiptinguna. Er þá nýja kubballíkanið í alla staði hið sama og áður utan að það hefur þétt einmitt þar sem nýjar mælingar koma.

Mynd 1 sýnir eina hæð líkansins í allri sinni dýrð. Hér er unnið í hnitakerfi þar sem upp er í stefnu NNA og núllpunktur á suðurströnd Reykjanesskagans. Það er haft réttthyrnt og 100x100 km að stærð. Myndin sýnir vel megindrætti kubbaskiptingarinnar. Þannig eru ystu jaðrarnir gerðir úr mjög stórum kubbum og verða þeir skilgreindir sem óvirkir í kvörðun líkansins, þ.e. fastir í hita og þrýstingi á öllum tímum. Síðan þéttist kubbaskiptingin mjög eftir því sem innar dregur og við bætast upplýsingar um jarðhitakerfin. Þetta sést betur á mynd 2, en á henni er búið að blása út miðhluta líkansins (50x50 km). Minnstu líkankubbarinn myndu eins konar té, þar sem langleggurinn er þéttirðinn eftir virka sprungukerfi Hengilsins, en þvert á hann er síðan opnað á þann möguleika að vatn geti einnig flætt frá meginuppstreymi undir Hengli að Ölkelduhálsi og jafnvel allt suður í Hveragerði. Á þessum legg er t.d. mikil yfirborðsvirkni og lægð í segulstyrk.

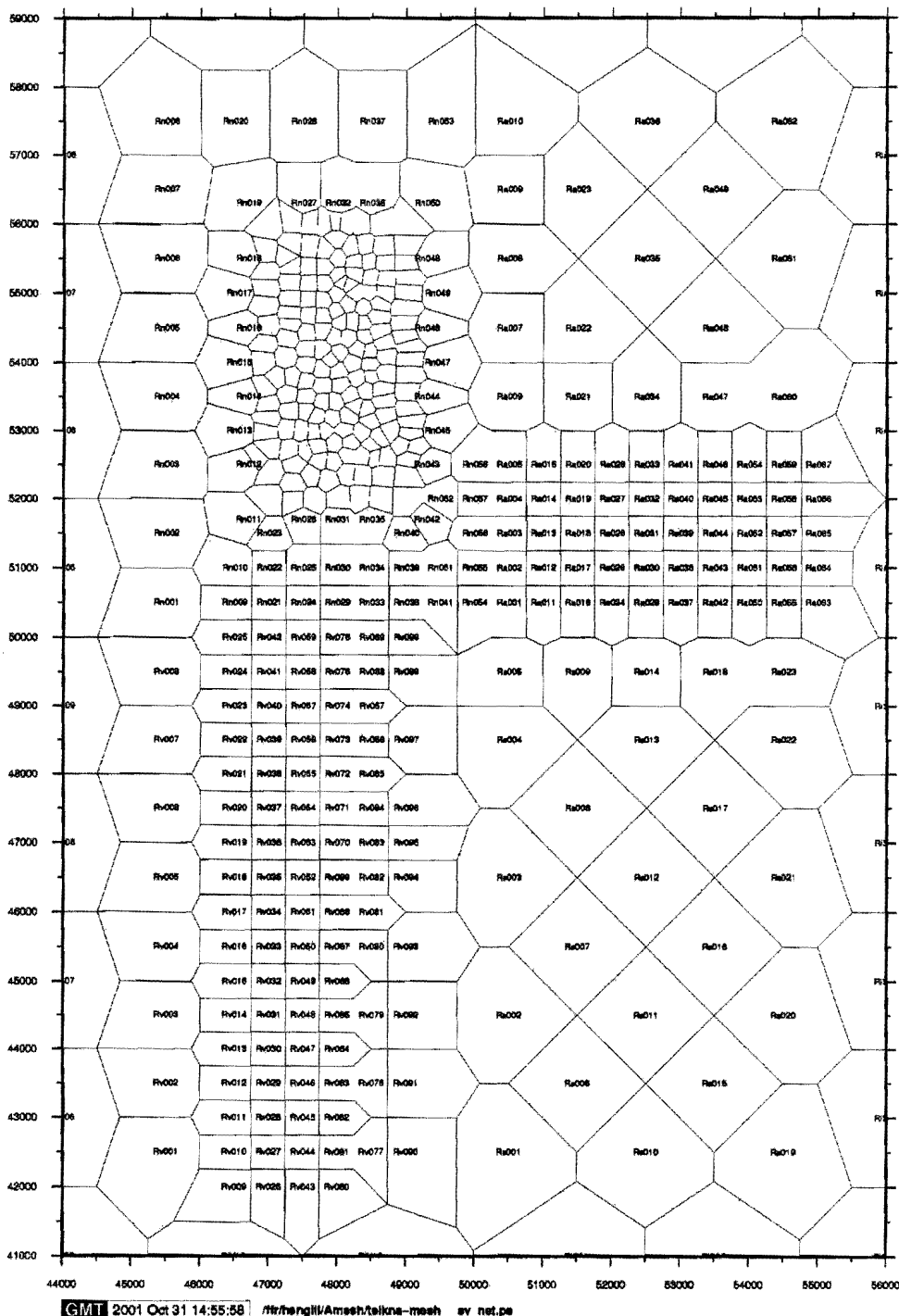


Mynd 1: Nýtt reiknilíkan Hengils út að ystu jöðrum. Upp er í NNA og sprungustykki Hengilskerfisins er þar sem kubbaskiptingin er þéttust.



Mynd 2: Miðhluti reiknilíkans af Hengli. Sömu skýringar og á mynd 1.

Mynd 3 sýnir miðhluta líkansins þar sem kubbaskiptingin er þéttust. Upp er áfram til NNA og hálendi Hengilsins er þar sem leggirnir tveir mætast. Sem fyrr eru nöfn kubba í laginu sýnd, utan að kubbar innan Nesjavalla eru nafnlausir á þessari mynd.



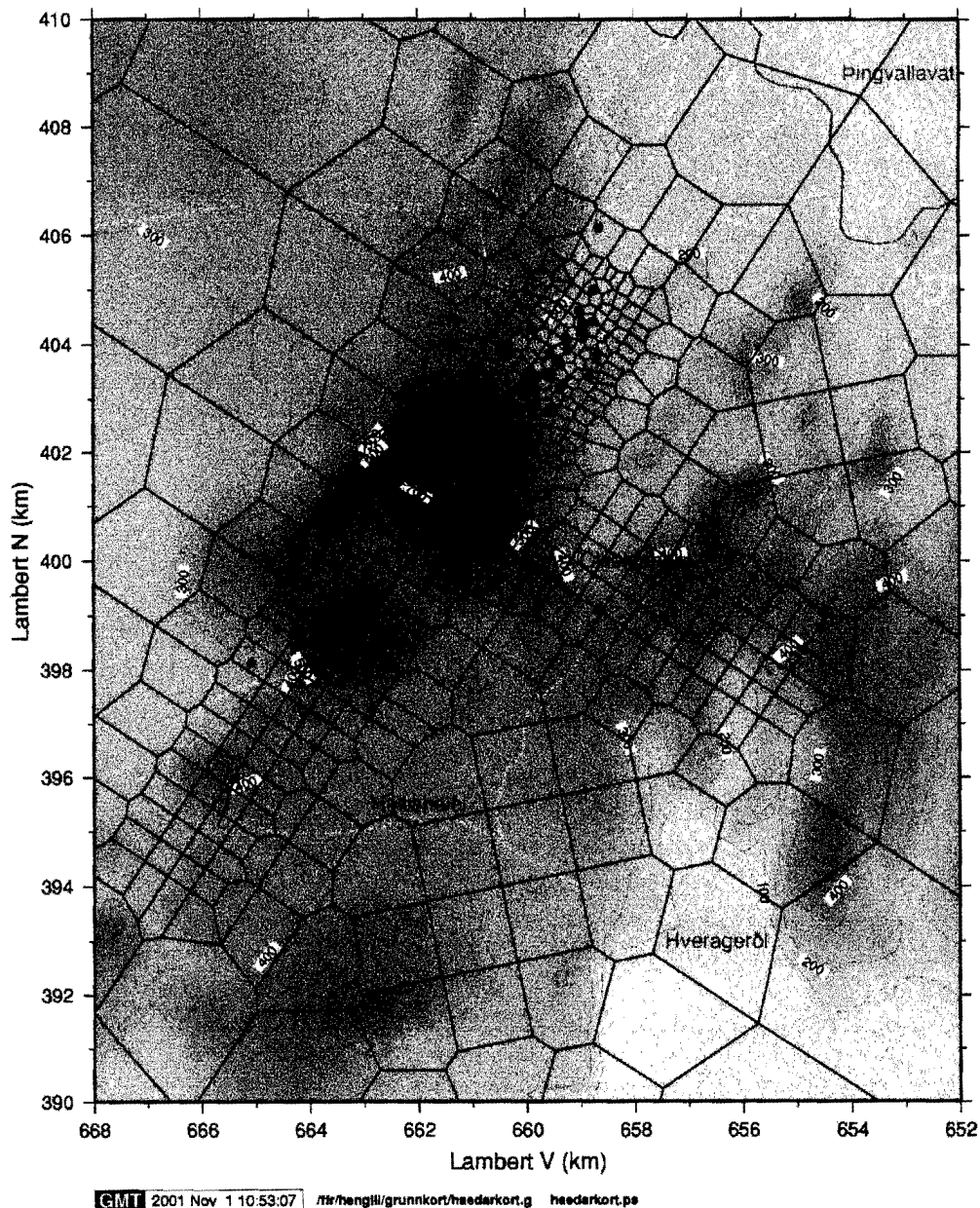
Mynd 3: Kubbaskipting reiknilikans í hálendi Hengilsins og Hellisheiðar. Sömu skýringar og á mynd 1.

Næst koma tvær myndir þar sem búið er að snúa hnitakerfi mynda 1-3 að Lambert kerfinu, þar sem norður er upp og x-hnit hækkar til vesturs. Snúðið er samkvæmt vörpuninni:

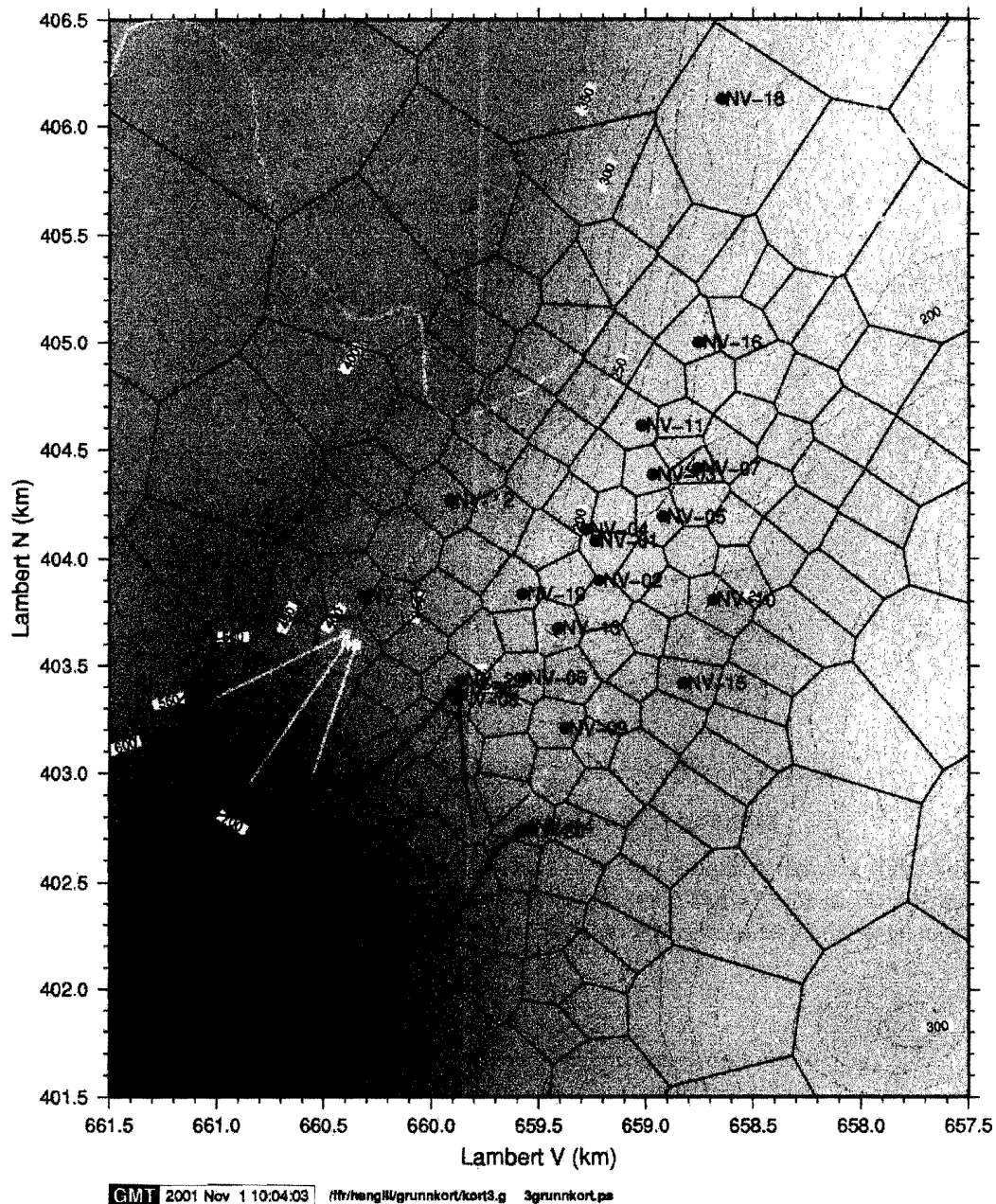
```
x0=729.360
y0=385.030
a=33.5*3.1415/180
awk '{print $1/1000,$2/1000; print $3/1000,$4/1000;print ">"}' <
/ffr/hengill/Amesh/segmt |
awk '{if($1!=">") print -$1*cos('$a')-$2*sin('$a')+ '$x0',
      $2*cos('$a')-$1*sin('$a')+ '$y0';else print $0}'
```

þar sem x0 og y0 eru upphafshnit í Lambert (km) og snúningurinn er 33,5° til austurs frá norðri. Í þessu ákveðna tilviki er verið að snúa skránni "segmt" sem forritið AMESH framleiðir og lýsir kubbaskiptingunni.

Mynd 4 sýnir legu kubba á Hellsheiði og nágrennis. Hér er búið að setja inn nokkur örnefni, hæðarlínur, vegi og borholur til glöggvunar. Á mynd 5 er svo sýnd hin nýja kubbaskipting á Nesjavöllum.

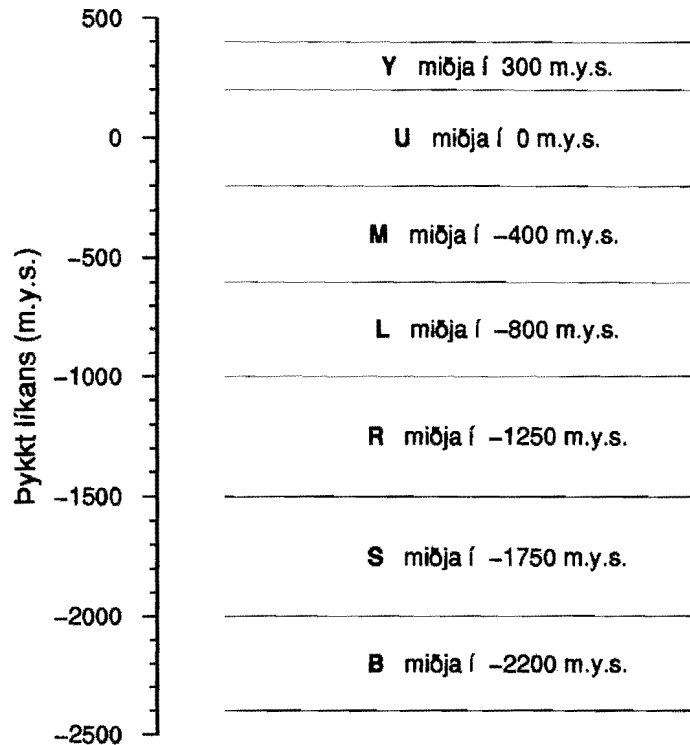


Mynd 4: Afstöðumynd af reiknilíkani Hengils á Hellsheiði. Sýnd eru helstu örnefni (appelsínugul), vegir (grænir), borholur (rauðar doppur og línur) og hæðarlínur (gráar).



Mynd 5: Kubbaskipting innan Nesjavalla í nýju reiknilíkani af Hengilssvæðinu. Hæðarlínur eru sýndar með gráum ferlum, vegir með grænum og núverandi borholur með rauðum doppum (holutoppur) og línur (skáholur). Þá er gert ráð fyrir nýju borplani til suðvesturs frá holu 17 og þremur skáholum (ljósbláir ferlar).

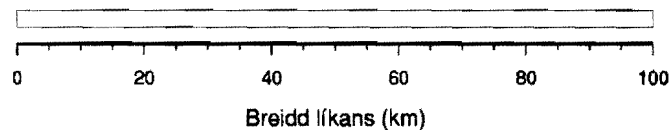
Mynd 6 sýnir áformaða, lóðréttu lagskiptingu líkansins. Það er gert úr 7 láréttum lögum, þar öll með nákvæmlega sömu kubbadreifingu. Efsta lagið verður haft óvirkt, svo og líklega botnlagið. Nafngiftir líkanlaga og lóðrétt skipting er að mestu sú sama og í núverandi Nesjavallalíkaninu. Þó með þeirri undantekningu að komið er topplag (Y) með miðju í 300 m.y.s. og mun það herma fjallendi Hengils og Hellisheiðar. Þá er búið að skipta áður 800 m þykku R laginu í tvö 500 m þykk R og S lög. Þetta er varúðarráðstöfun og tryggir meiri sveigju í framtíðinni. Neðsta lagið (B) er nýjung, 400 m þykkt og haft óvirkt og illa lekt (hitajaðar).



GMT 2001 Oct 31 14:44:36 //fr/hengill/Amesh/teikna-enid sv_enid.pa

Mynd 6: Lóðrétt lagskipting reiknilíkans af Hengli

Mynd 7 sýnir svo reiknilíkanið teiknað í réttum hlutföllum hæðar og láréttar útbreiðslu. Sést hér vel að það er sem útlött pönnukaka. Ástæða þessa er að við viljum koma ystu mörkum líkansins langt í burt til að áhrif þeirra í skammtímarekstri (<100 ár) verði óveruleg.



Mynd 7: Útlit reiknilíkans í réttum stærðarhlutföllum.

Myndir 1-3 sýna hluta þeirra nafna sem við höfum valið á kubba líkansins. Fylgt er ákveðnu kerfi. Nafn kubbs er 5 stafa strengur, fyrsta stakið er nafn á lagi (Y, U, M, L, R, S og B), annað stak er ýmist j (ysti jaðar), y (næstu tveir hringkragar innan við j-kubba), i (næstu tveir hringkragar innan y-kubba) eða N (kubbar á Nesjavöllum). Þessu til viðbótar er oft í staki 2 lýst áttfjórðungi svæðis sem kubbur lendir á (n,s,a,v) innan hringkraga i á mynd 3. Hér er komið í miðju líkansins þar sem þekking er mest. Hringkragar j, y og i hafa líka höfuðáttirnar V, S, A, N í 3ja staki nafnsins, meðan kubbar innan þeirra eru í númerakerfi eingöngu, frá 1 upp í mögulega 999 (í hverju undirsvæði N, s, a, v og n í staki 2).

Skráavarsla og slóðir

Það verkefni sem hér er lýst krefst gífurlegs fjölda skráa og slóða reiknaðra og mældra gagna, kortaupplýsinga, kubbaskiptingar o.fl. Mikilvægt er að koma strax upp gegnsæu skráartré fyrir verkið. Það er nú vistað á svæðinu /ffr/hengill innan tölvukerfis Orkustofnunar. Þetta svæði er öryggisafritað daglega og vikulega er tekið heildarafrit.

Tölur eru meðhöndlaðar með Unix skeljaforritum og flestar teikningar eru gerðar með GMT forritinu eða þá xy2 og tp3 heimalningum Orkustofnunar. Þegar teiknað er með GMT er reynt að fylgja þeirri venju að á myndinni sjáist diskasvæðið þar sem myndin er teiknuð svo og nafn hennar. Þetta sést neðst á myndunum í þessari greinargerð.

Næstu skref

Á þessari stundu er búið að framleiða þrívítt, 7 hæða kubbalíkan af Hengli og nágrenni, 100x100 km að flatarmáli. Fjöldi kubba er ~3500 borið saman við 292 í fyrra líkani. Notað verður 28 örgjörva Linux þyrping á Orkustofnun til að mylja tölurnar, iTOUGH2 forritið og samsíða (parallel) reikningar. Þessi hug- og vélbúnaður er tiltækur og í gangi á þessari stundu. Tölvuaflíð er því a.m.k. þrítugfalt frá því sem var við kvörðun eldra Nesjavallalíkans. Ætti það því að ráða við tíföldun í kubbafjölda.

Nú er framundan að færa bergeiginleika eldra líkans yfir í það nýja. Það er nokkur vinna, blönduð sjálfvirkni og handavinnu. Mikilvæg forsenda hér er að Nesjavallalíkaninu verður "speglað" yfir Hengilinn. Þannig er Kýrdalssprungan t.d. framlengd til suðurs. Það er talið ásættanlegt sökum þess að eldvirknin í Kýrdalshrygg var líka uppi sunnan Hengils á sama tíma. Lega sprungunnar í líkaninu mun því fylgja staðsetningu eldvarpa frá þessum tíma.

Að þessu loknu munum við "hita líkanið upp" að mældum gildum í öllum holum á Hellisheiði og á Nesjavöllum. Auk þessara mældu hita verður einnig stuðst við viðnámsmælingar. Það er veruleg nýjung í verki sem þessu og verður til þess að líkanið telst mun betur skorðað utan borsvæða en áður. Hér verður samt að hafa fyrirvara um jafnvægi hita og ummyndunar, en hægt er að taka á því einfaldlega með því að skilgreina mun hærri óvissu í "viðnáms hita" en mældum hita. Þá stendur til að gera ráð fyrir því varmatapi sem nú er í hverum og laugum.

Lkahnykkur líkankvörðunarinnar felst í hermun á vinnslusögu allra holna. Slíkt bíður eðlilega, bæði sökum þessa að líkansmiðir þurfa að ljúka hermun á upphafsástandi, en eins eiga nýju holurnar á Hellisheiði (HE-3 og HE-4) eftir að blása þegar þessi greinargerð er skrifuð og nýtast því ekki til frekari kvörðunar líkansins. En í millitíðinni er að sjálfsögðu unnt að herma vinnslusögu holna á Nesjavöllum og þannig halda uppi verkhraða í þeim þætti.

Orkustofnun, 1. nóvember 2001

*Arnar Hjartarson, Grímur Björnsson
og Guðmundur S. Böðvarsson*