

Þrívítt reiknilíkan af Hengli. Staða og horfur í
árslok 2001

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

Greinargerð ArH-GrB-GSBö-2001-02

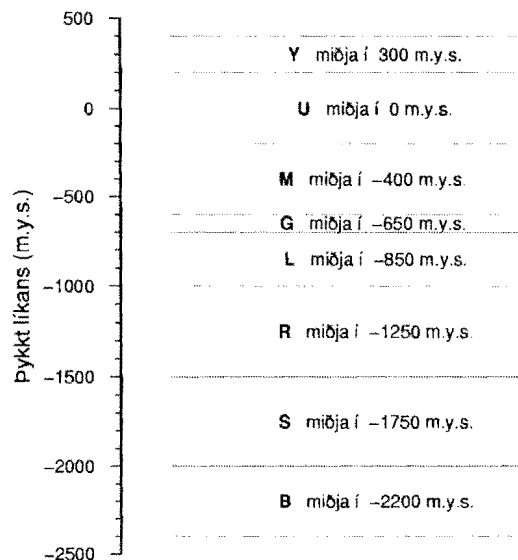
Prívítt reiknilíkan af Hengli Staða og horfur í árslok 2001

Inngangur

Greinargerð þessi fjallar um þrívíða reiknilíkanið af Hengli sem ROS vinnur að fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. Líkaninu er ætlað að herma jarðhita og vinnslu á Nesjavöllum og Hellisheiði. Greint verður frá stöðu verksins í árslok 2001 og þeirri vinnu sem unnin hefur verið við líkangerðina síðan í byrjun nóvember 2001. Í greinargerð frá 1. nóvember (Arnar Hjartarson o.fl., 2001) var gerð grein fyrir upphafi verksins og forsendunum fyrir að hanna eitt líkan sem innihélt bæði Nesjavelli og Hellisheiði í stað þess að hanna tvö líkön fyrir hvort svæðið um sig.

Stækkað líkan og bergeiginleikar

Sú breyting hefur orðið á líkaninu að búið er að skjóta inn nýju lagi, lagi G. Það er á milli laga M og L og er 100 m þykkt með miðju í 650 m undir sjávarmáli. Þetta er gert til þess að herma gufupúðann sem var til staðar í einungis hluta Nesjavallalíkansins frá árinu 2000 (Grímur Björnsson o.fl., 2000). Fjöldi kubba í líkaninu er nú 4056. Mynd 1 sýnir nýja lóðrétta skiptingu reiknilíkansins.



GMT 2001 Dec 20 17:15:16 //fr:hengli//Amesh/teikna-enid_sv_snid.ps

Mynd 1: Lóðrétta lagskipting reiknilíkans af Hengli

Í nóvember var einkum unnið í að færa bergeiginleika “gamla” Nesjavallalíkansins yfir á það nýja. Sökum þess hve nýja líkanið hefur stækkað að umfangi varð auk þess að búa til nýja gerð af jaðarbergi fyrir kubba sem eru utan Nesjavallalíkansins. Eins á eftir að taka afstöðu til þess hvaða bergeiginleikar skýri jarðfræðina sunnan við Hengil, t.d. framlenging Kýrdalssprungunnar til suðurs. Yfirfærslan var “gerð í höndunum”, þ.e. búin voru til skeljaforrit fyrir hvert lag sem telur upp hvern kubb í viðkomandi lagi og gefur honum eiginleika. Mynd 2 lýsir bergeiginleikunum sem nú eru í líkaninu og myndir 3 til 11 sýna dreifingu þeirra innan laganna. Mynd 3 sýnir lag Y sem verður notað til að herma hálendi Hengilsins og umhverfi hans (eiginleiki 4) en umhverfis það verða óvirkir kubbar (eiginleiki 2). Eiginleika lags U og M má sjá á myndum 4 og 5. Gufulagið, lag G, má sjá á mynd 6. Mynd 7 sýnir lag L en myndir 8 og 9 sýna lög R og S. Þau eru nákvæmlega eins í eiginleikum og R lagið í gamla Nesjavallalíkaninu. Mynd 10 sýnir hvernig bergeiginleiki 17 er notaður til að fylla upp í líkanið að jöðrum líkansins í lagi R, og er sama aðferð notuð á lög L og S (ekki sýnt hér). Bergeiginleiki 4 nær út að jöðrum í lögum U, M og G. Mynd 11 sýnir svo lag B, neðsta lagið, en það er einsleitt og verður gert óvirkt við keyrslu líkt og mestur hluti efsta lagsins (Y lag).

Eftir að búíð var að gefa kubbum líkansins gildi var framkvæmt svokallað þyngdarpróf (e. gravity test) sem gefur til kynna hvort líkanið sé rétt sett saman. Er þá öllum kubbum líkansins gefinn sami upphafshiti og þrýstingur, líkanið keyrt í tugþúsundir ára og síðan skoðað hvort ekki væri í því réttur þrýstingsstigul miðað við gefinn hita, svo og nákvæmlega sami þrýstingur innan hvers lags. Reynist svo, telst líkanið vera rétt sett saman. Eftir að búíð var að gefa öllum kubbum eins bergeiginleika sýndi líkanið einsleitann stigul svo og fastan þrýsting í hverju lagi. Líkanið telst því rétt sett saman. Enn þarf samt að hrófla örlítið við kubbaskiptingunni, t.d. bæta við kubbum í kringum holur HE-5 og HE-6, svo og fínskipta kubbum sem vinnsluholur tengjast. Eftir að því er lokið verður aftur framkvæmt þyngdarpróf og síðan tekið til við að kvarða Nesjavallahlutann.

Teikniskelin flaedi

Þegar keyrslur hefjast fyrir alvöru er mikilvægt að hægt sé skoða niðurstöður reikninganna á myndrænan hátt en myndræn framsetning eykur skilning á niðurstöðunum og getur bent á villur séu þær til staðar. Vinna stendur nú yfir á teikniskel sem kölluð er flaedi. Henni er ætlað að sýna hve mikill vökvi streymir á milli kubba og laga í líkaninu. Mynd 12 sýnir dæmi um þetta fyrir lag L. Sett var uppspretta undir Hengil í lagi S (merk So) og dælt var úr einum kubb á Nesjavöllum í lagi R (merk Pr) til að skapa flæði í líkaninu. Upphafsstand er það sama og í þyngdarprófinu, en bergeiginleikar þeir sömu og í Nesjavallalíkani. Með þessu er sköpuð truflun í kerfinu og sést þá hvorutveggja hvort líkanið og teikniskelin vinni eins og til var ætlast. Á mynd 12 má sjá örvar í fjórum litum á skilflötum milli kubba. Hver litur táknar ákveðið magn sem flæðir lárétt gegnum skilfletina. Grunnliturinn á myndinni táknar svo lóðrétt flæðið á milli lagsins sem teiknað er og þess sem ofar liggur. Gulur litur og yfir í rautt táknar flæði upp en litur yfir í blátt merkir flæði niður. Grænn litur táknar ekkert flæði milli laga. Eftir á að snúa myndinni í Lambert hnitakerfið og setja inn á hana borholur, vegi og önnur kennileiti. Einnig á eftir að kvarða rennslið þannig að það sé á hvern fermetra.

Fundur með Guðmundi Böðvarssyni

Annar höfunda átti fund með Guðmundi Böðvarssyni í Kaliforníu laugardaginn 15. desember síðastliðinn. Megintilgangur fundarins var að ræða stöðu líkangerðarinnar, einkum og sér í lagi þá ákvörðun að þróa einungis eitt líkan í stað tveggja, og að kubbaskiptingin yrði gerð með AMESH í stað réttthyrnds kerfis. Með í för voru myndir 1-11. Niðurstaðan er stutt og laggóð, Guðmundi líst vel á þessa stefnu og telur að gæði líkansins verði þau sömu eða meiri en í fyrstu hugmyndinni frá ágúst á þessu ári.

Framhaldið

Á þessari stundu er lokið mjög stórum áfanga í líkansmíðinni, þ.e.a.s. þróað hefur verið kubbanet sem virðist bæði traust, rétt og þekur allt það landssvæði sem að var stefnt. Því til viðbótar verður mun auðveldara að þetta þetta líkan á afmörkuðum blettum þegar ný gögn og borholur bætast við. Framundan eru eftirfarandi verkþættir:

- Setja í líkanið bergeiginleika Kýrdalssprungunnar sunnan við Hengil. Jafnframt þarf að athuga kubbaskiptinguna kringum holur HE-5 og HE-6 og hugsanlega gera hana aðeins finni. Ef það verður gert verður aftur framkvæmt þyngdarpróf til að fá fullvissu um að ekki hafi verið gerð mistök við breytingarnar.
- Halda áfram vinnu við teikniskelina flaedi sem og aðrar teikniskeljar en þær eru ennþá frekar “hráar” og nauðsynlegt er að bæta viðmót þeirra áður en of langt líður frá hönnun þeirra. Einnig er æskilegt að skrifaðar verði notkunarleiðbeiningar fyrir skeljarnar sem notaðar eru svo vinna við uppfærslur Hengilslíkansins gangi sem best fyrir sig í framtíðinni. Æskilegt er að gera þetta sem fyrst svo það verði ekki afgangsstærð í lok verksins.
- Hita líkanið upp með uppsprettu Nesjavallalíkansins
- Þróa inntaksskrá iTOUGH2 fyrir öll Nesjavallagögnin
- Gera TEM viðnámsþekjur að “hitamælingum”
- Fá upplýsingar um gufuústreymi frá Orkuveitunni og gera þær að mældri stærð í kvörðun líkansins
- Einbeita sér að Nesjavallahlutanum en þó hafa inni nýjar upplýsingar úr holunum á Hellisheiði, þ.e. þrýsting í “pivot” punktum og líklega suðumarksferla með dýpi nema annað komi í ljós, en sem kunnugt er eiga holurnar enn nokkuð í land með að teljast fullheitar.

Heimildir



























Arnar Hjartarson, Grímur Björnsson og Guðmundur S. Böðvarsson, 2001: *Privítt reiknilíkan af Hellisheiði og Nesjavöllum. Staða og horfur í nóvvemberbyrjun 2001*. Orkustofnun, greinargerð ArH/GrB/GSBö-2001/01.

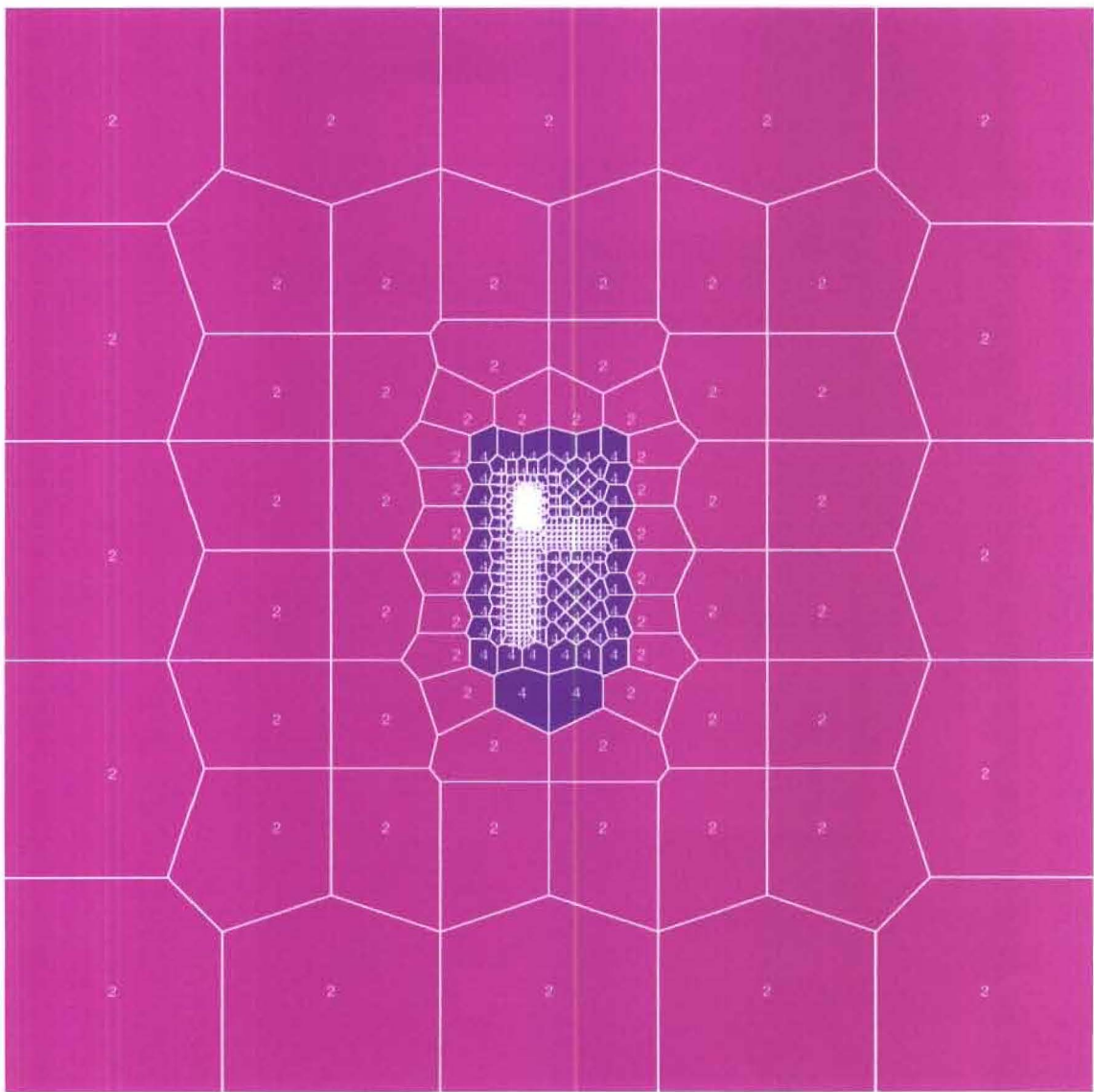
Grímur Björnsson, Ómar Sigurðsson, Guðmundur S. Böðvarsson og Benedikt Steingrímsson, 2000: *Nesjavellir. Endurkvarðað reiknilíkan og spár um ástand jarðhitakerfis við aukna vinnslu*. Orkustofnun, OS-2000/019.

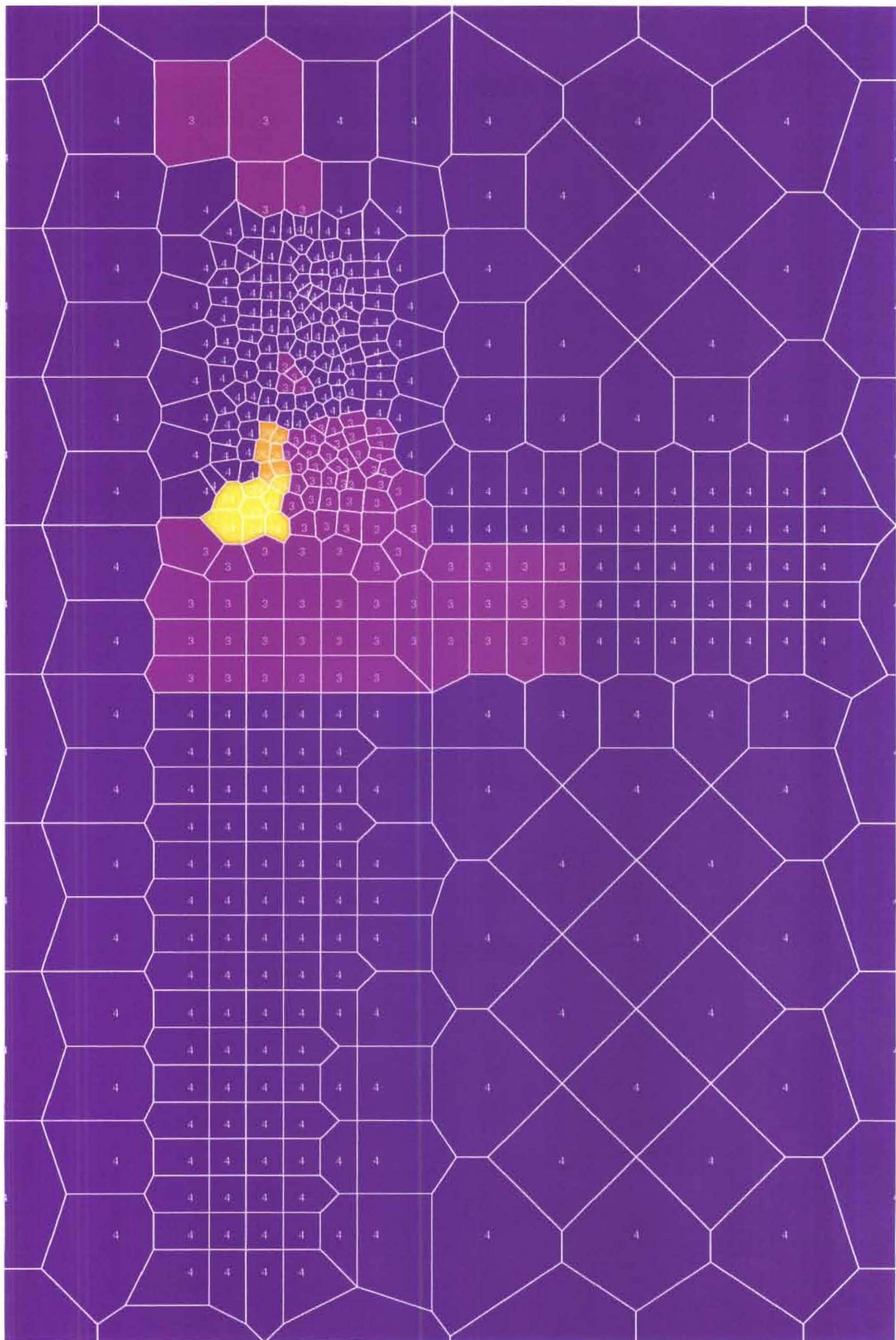
Orkustofnun, 21. desember 2001

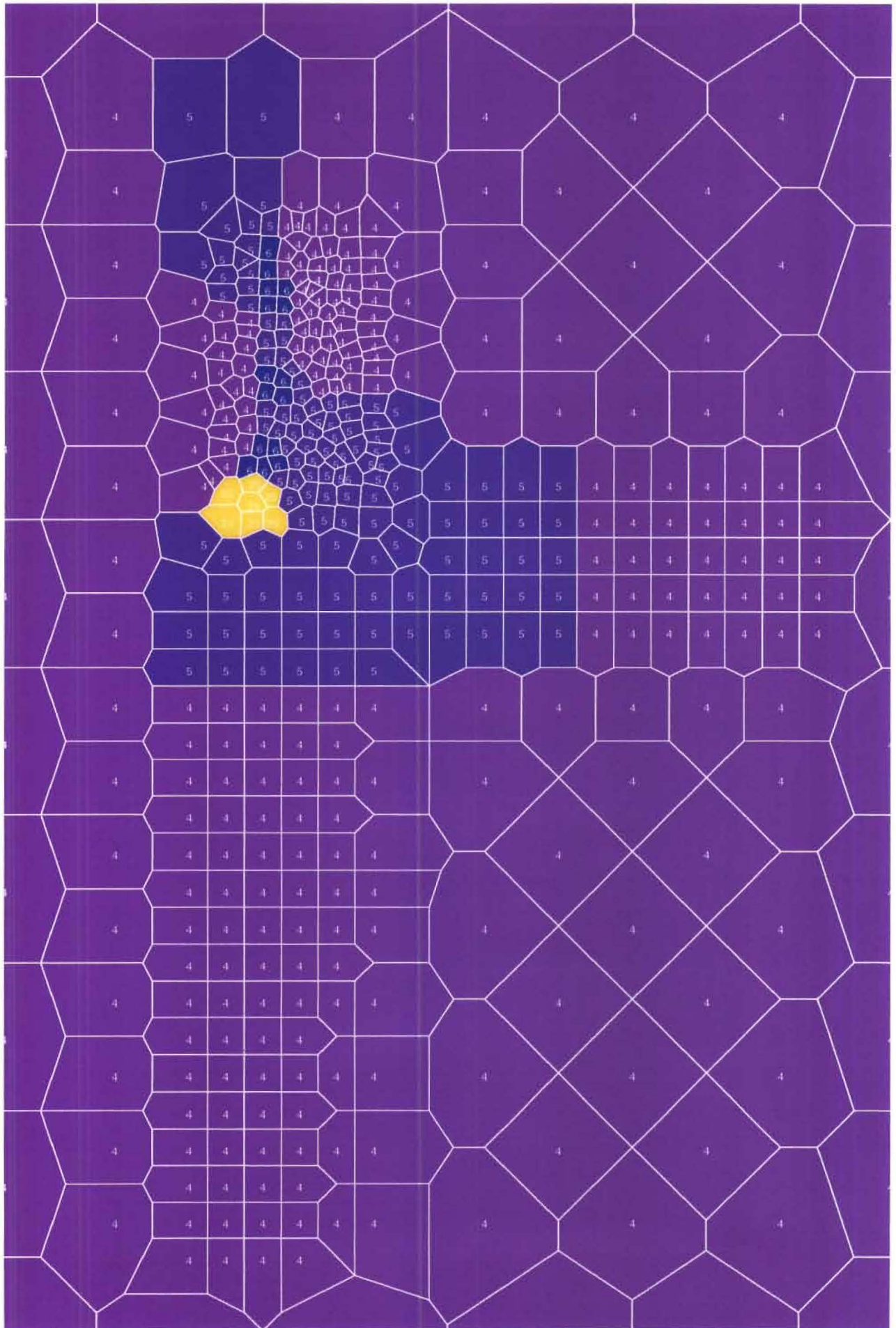
*Arnar Hjartarson, Grímur Björnsson
og Guðmundur S. Böðvarsson.*

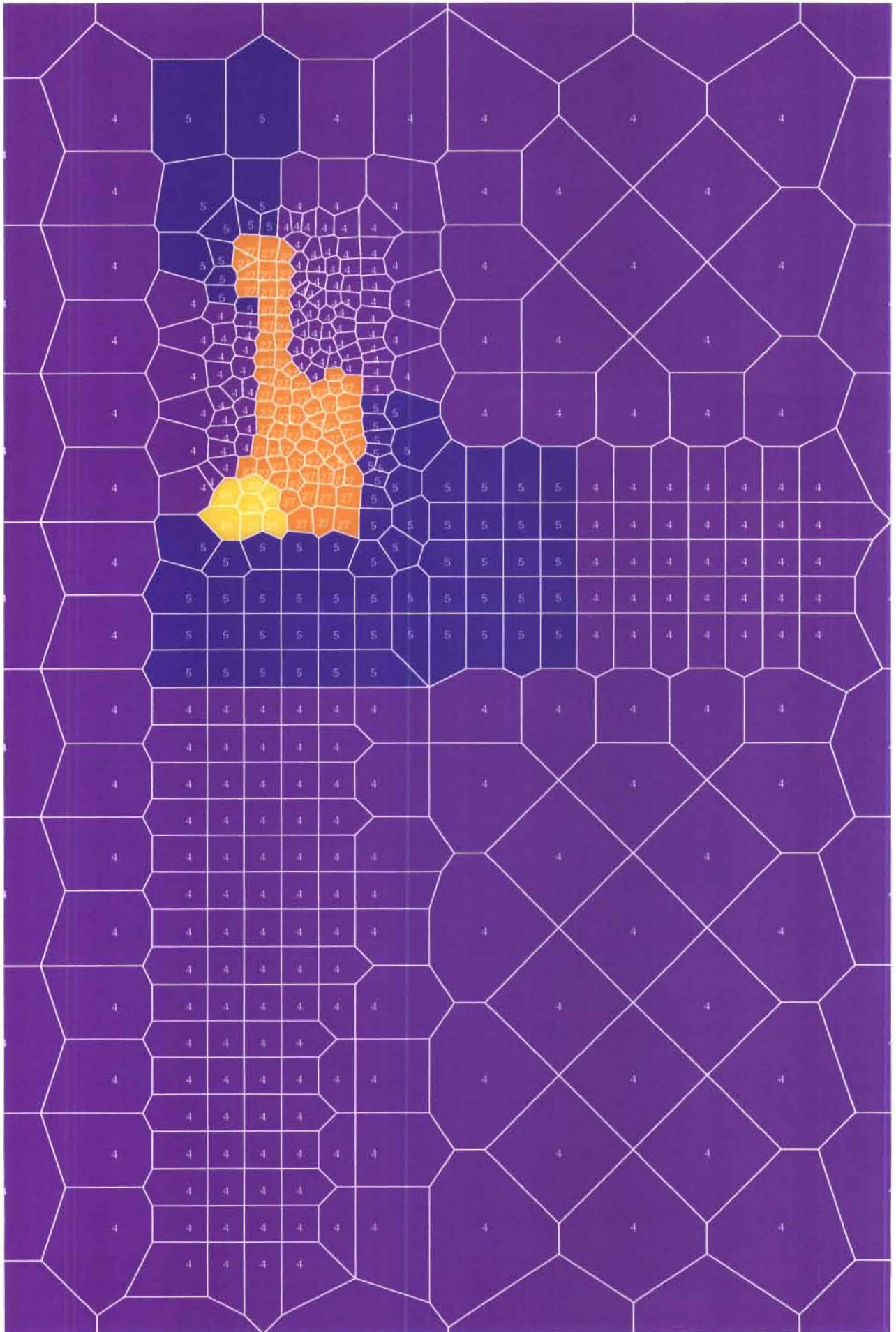
Litur og eiginleikar kubba í TOUGH-líkani

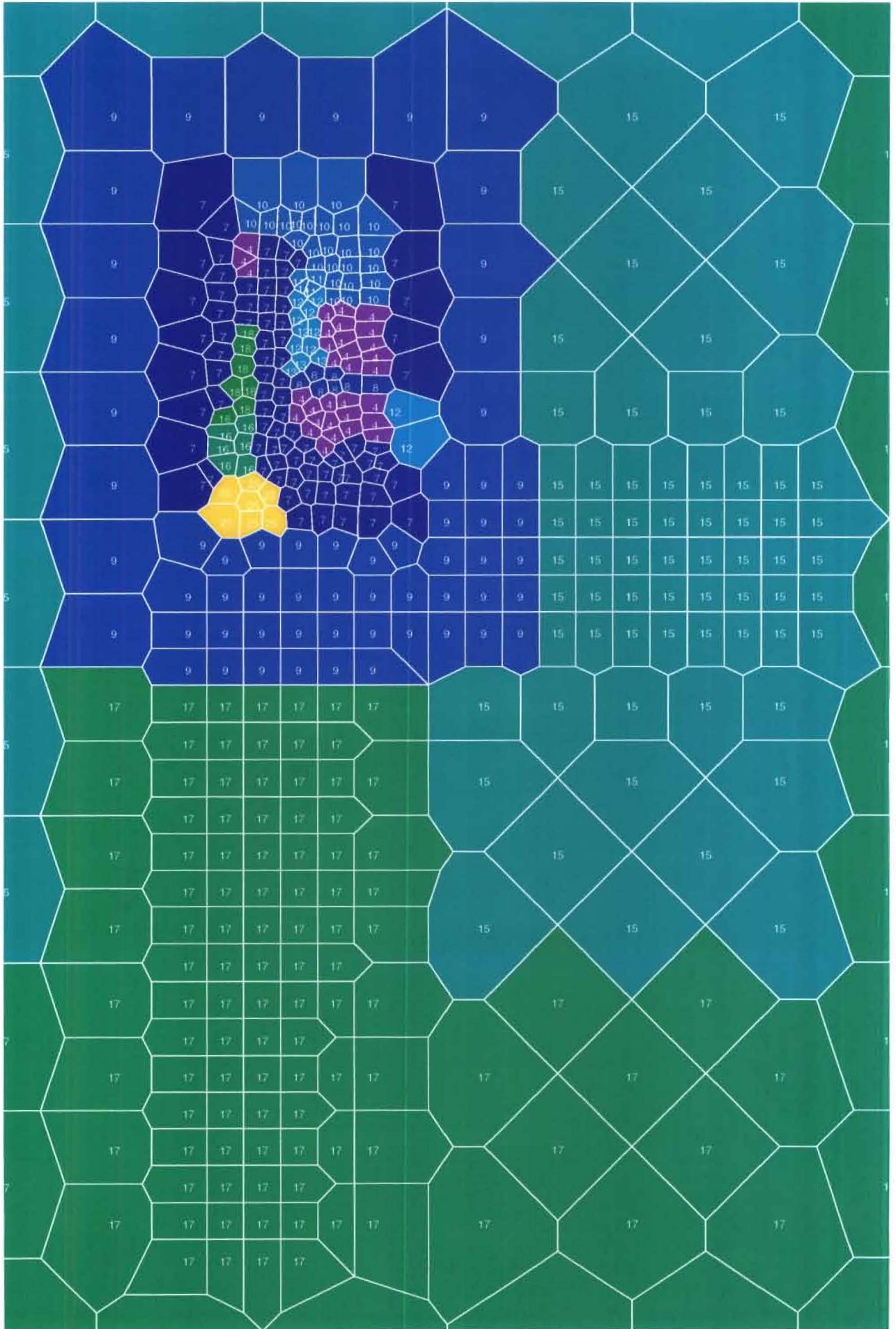
BASEM  $\phi = 1.0$ $K_x = 1e-21$ $K_y = 1e-21$ $K_z = 1e-21$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	UE_40  $\phi = 5.0$ $K_x = 8.394$ $K_y = 30$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	LEAKY  $\phi = 2.0$ $K_x = 371.2$ $K_y = 1.762$ $K_z = 25$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$
LOFTI  $\phi = 1.0$ $K_x = 1e-22$ $K_y = 1e-21$ $K_z = 1e-21$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	P5K4Y  $\phi = 5.0$ $K_x = 13.15$ $K_y = 0.5$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	P52_N  $\phi = 10.0$ $K_x = 386.1$ $K_y = 0.5$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = .1000E+31$
QLOSS  $\phi = 2.0$ $K_x = 1e-20$ $K_y = 1e-20$ $K_z = 1e-23$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	MRO_8  $\phi = 5.0$ $K_x = 15$ $K_y = 30$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	RXO_8  $\phi = 2.0$ $K_x = 398.8$ $K_y = 0.1486$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$
LOW_1  $\phi = 5.0$ $K_x = 1.049$ $K_y = 0.009175$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	P9K20  $\phi = 10.0$ $K_x = 16.25$ $K_y = 0.5$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	R1O_8  $\phi = 1.0$ $K_x = 400$ $K_y = 0.2112$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$
P4K1Y  $\phi = 10.0$ $K_x = 1.143$ $K_y = 0.005$ $K_z = 0.001$ $K = 0.1$ $C_R = 1000.$	INFIN  $\phi = 10.0$ $K_x = 25.82$ $K_y = 49$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	RRO_8  $\phi = 3.5$ $K_x = 415.8$ $K_y = 0.4146$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$
URO35  $\phi = 5.0$ $K_x = 3.5$ $K_y = 15$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	RRO_2  $\phi = 3.5$ $K_x = 36.41$ $K_y = 0.1992$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	
RLOPO  $\phi = 2.0$ $K_x = 5.032$ $K_y = 0.3673$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	P5K8Y  $\phi = 3.0$ $K_x = 45.48$ $K_y = 0.5$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	
LLOPO  $\phi = 2.0$ $K_x = 5.262$ $K_y = 0.5539$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	P5K20  $\phi = 5.0$ $K_x = 183.1$ $K_y = 0.5$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	
MRO35  $\phi = 5.0$ $K_x = 7$ $K_y = 15$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	P5KBO  $\phi = 10.0$ $K_x = 200$ $K_y = 0.5$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1.000$	
STEAM  $\phi = 5.0$ $K_x = 8$ $K_y = 0.5$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	P5K8N  $\phi = 10.0$ $K_x = 248.9$ $K_y = 0.5$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1.000$	
TRO53  $\phi = 5.0$ $K_x = 8$ $K_y = 3$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	ROC53  $\phi = 5.0$ $K_x = 299.2$ $K_y = 5.414$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	
WELL5  $\phi = 2.0$ $K_x = 8.115$ $K_y = 11.77$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	LHI11  $\phi = 2.0$ $K_x = 337.1$ $K_y = 0.05$ $K_z = 0.001$ $K = 2.1$ $C_R = 1000.$	

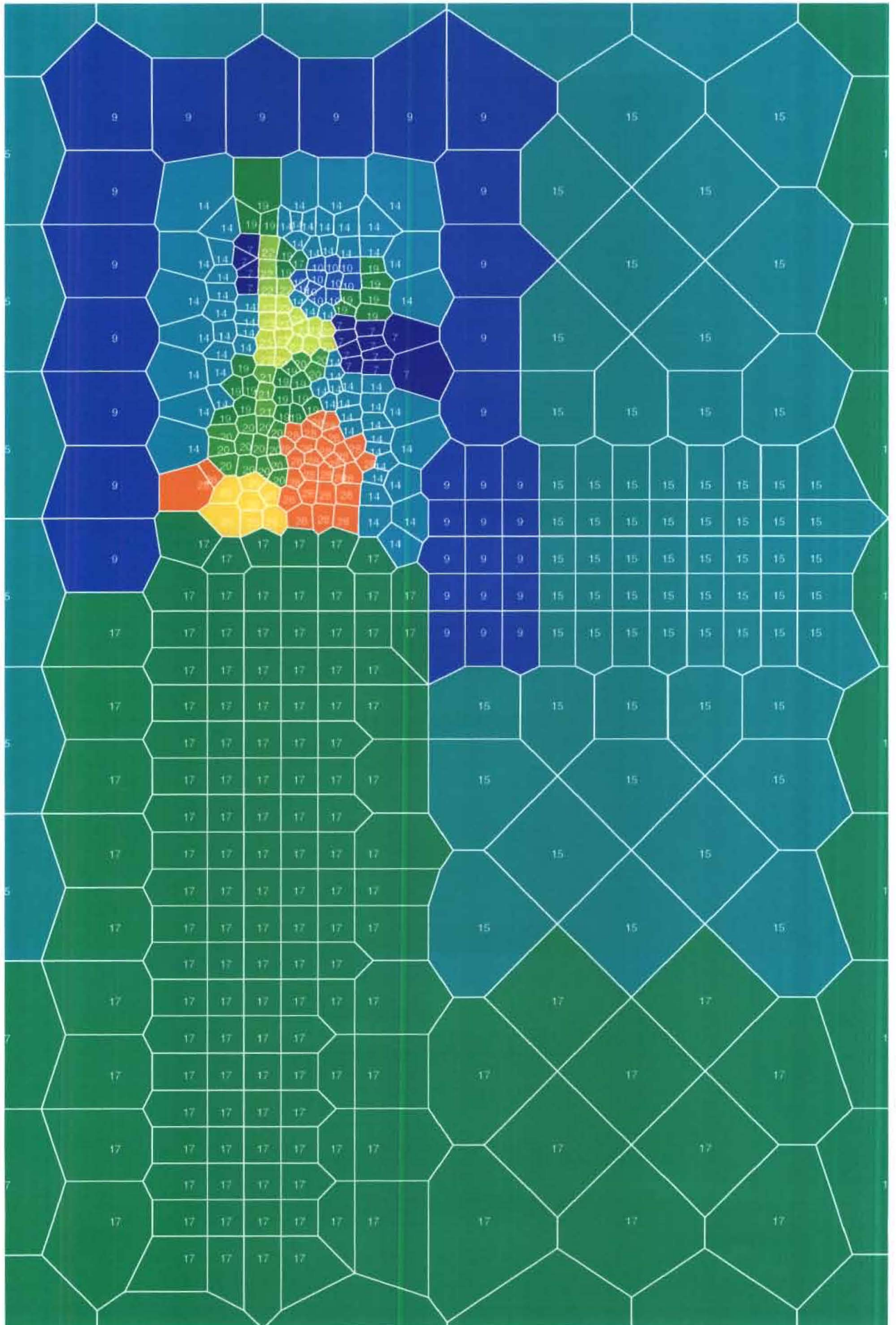


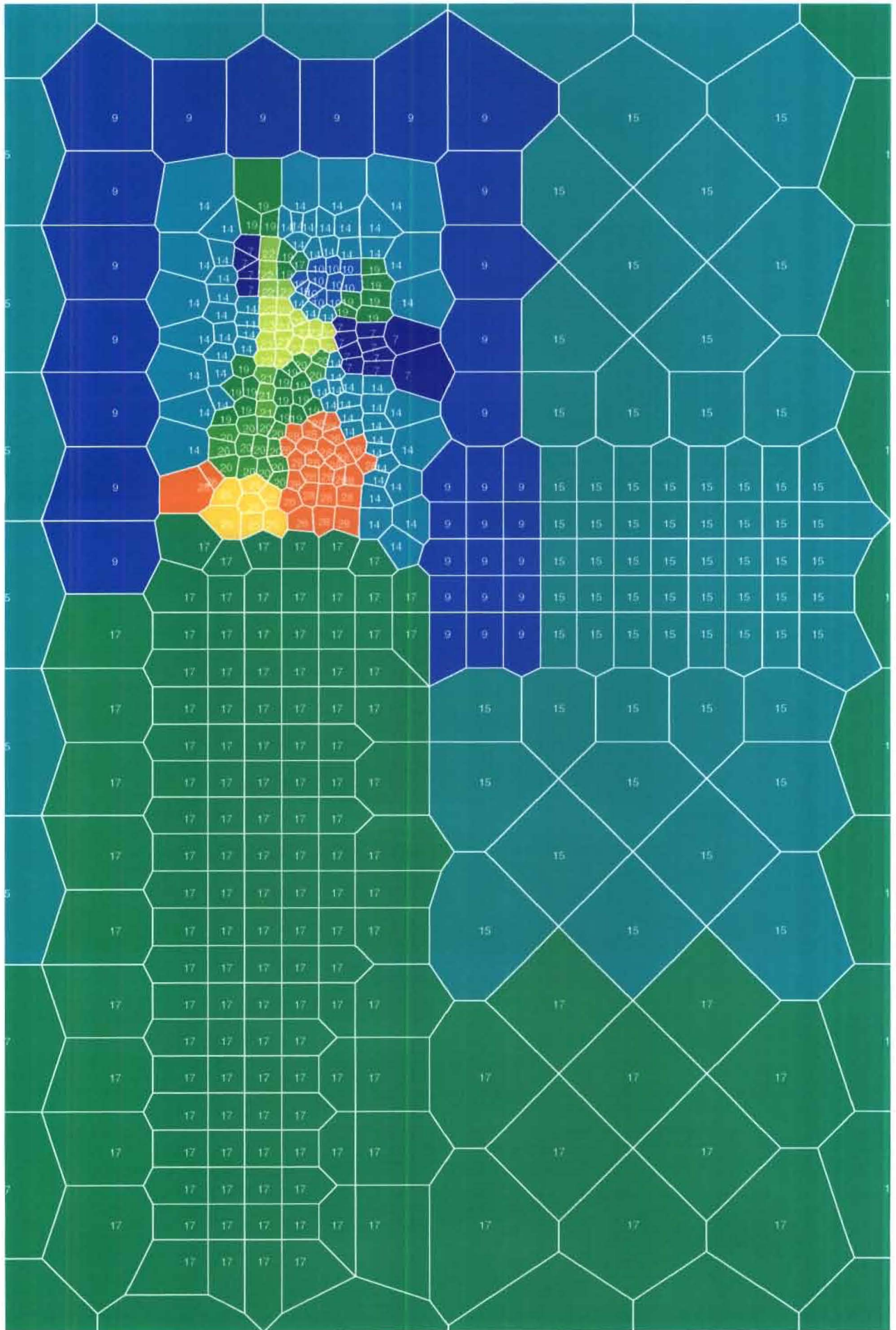


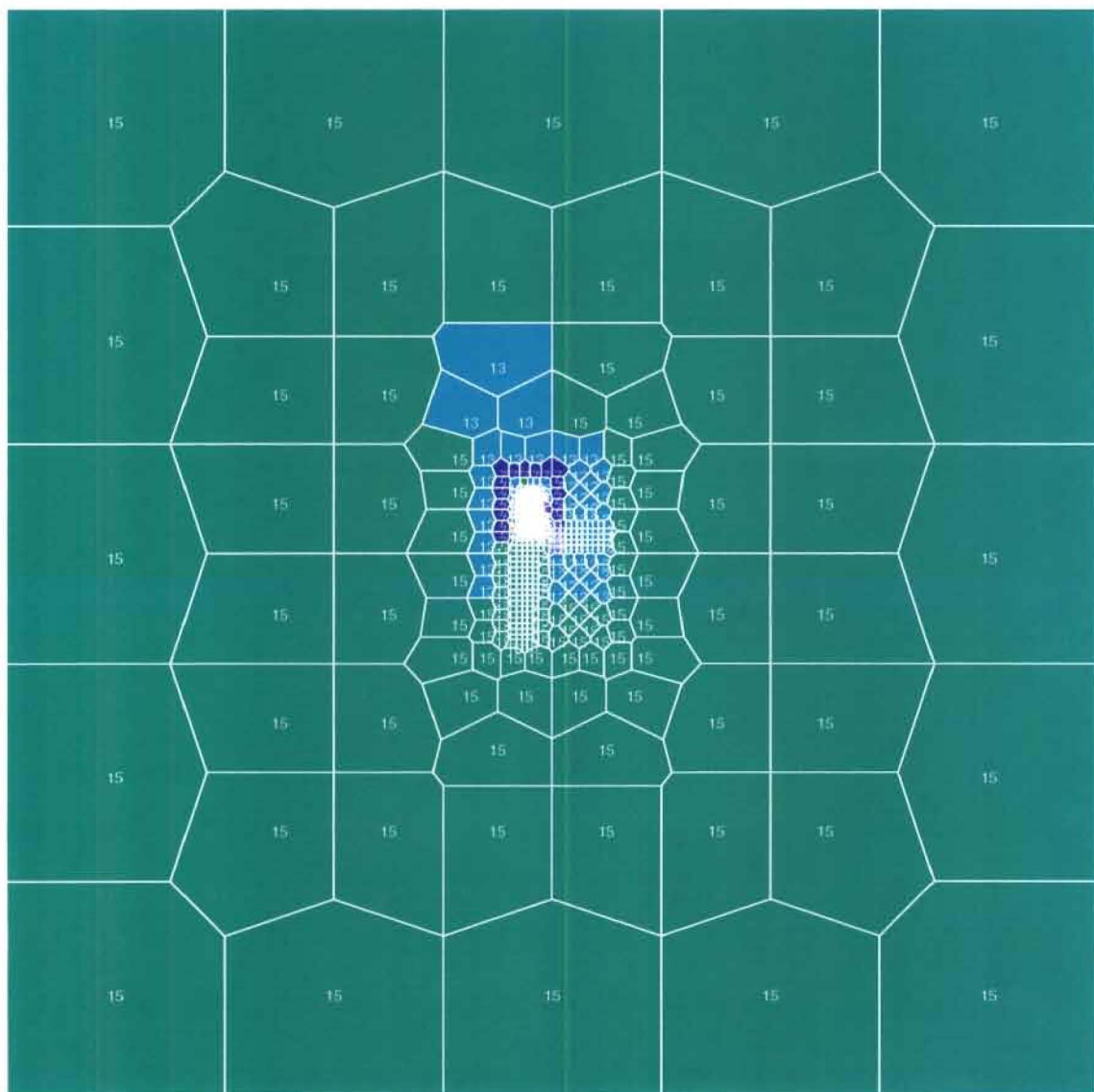


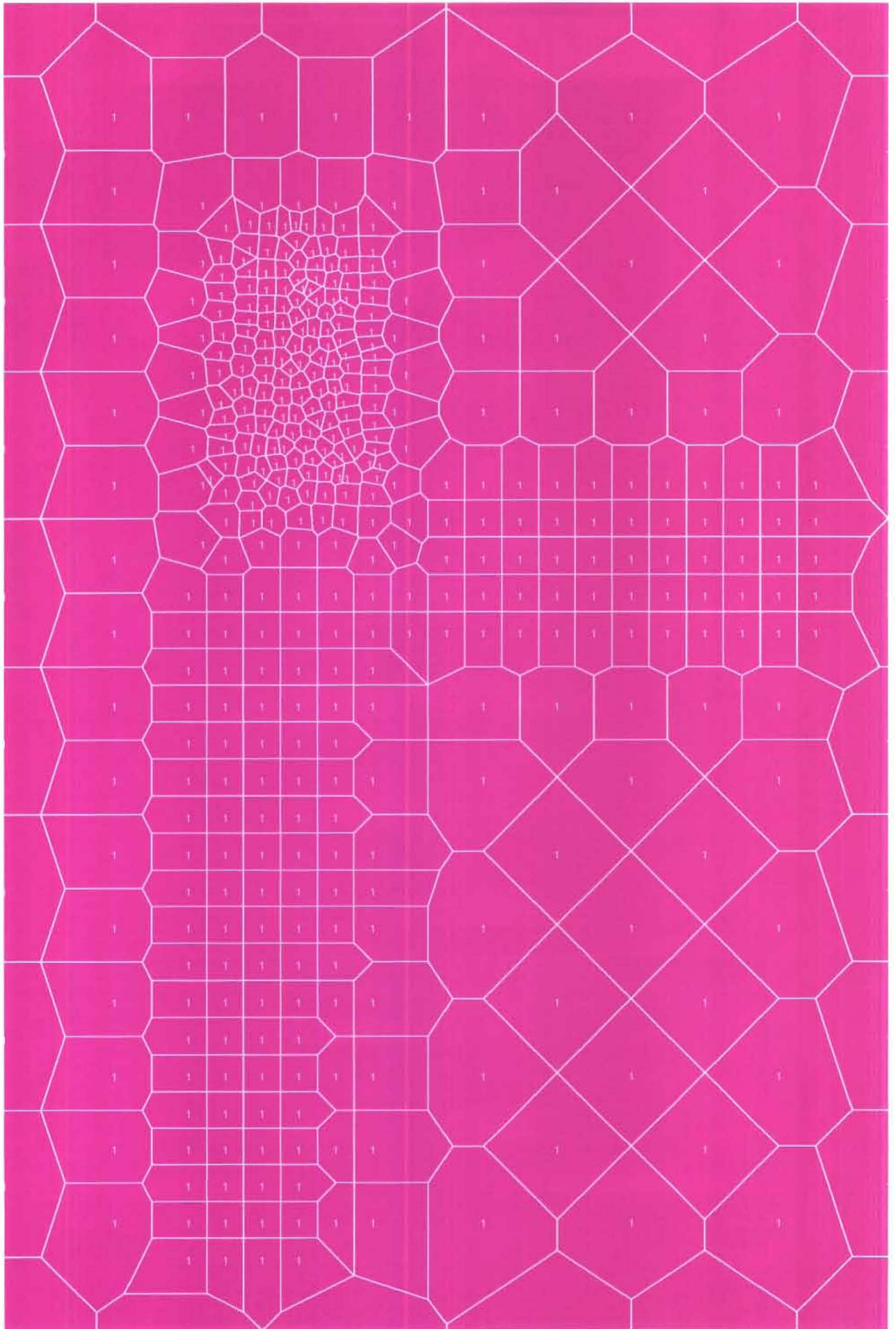












Lag-L

