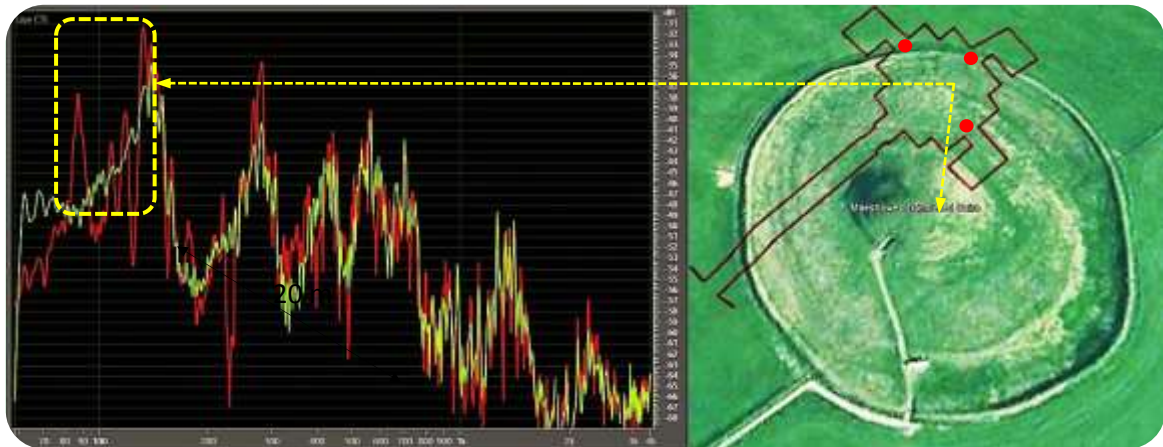


Arheoakustičke pojave u *Maeshowe*

Drevni arheoakustički projekt obrade zvučnog signala

Ozren Bilan

2014.



U megalitičkom kompleksu Maeshowe, zbog akustičkih karakteristika kompleksa, na mjestu izvora zvuka razina je manja nego na najznačajnijim mjestima kompleksa – pogrebnim komorama. Ovaj učinak je posljedica stojnoga vala kada u prostoriji na nekim mjestima nastaju zone ekstremno visokog zvučnog tlaka, a na drugima tlak je stalno jednak nuli. Mjesta maksimuma stojnog vala koncentrirana su oko bočnih komora – grobova. To posjetiteljima daje impresiju dolaska zvuka iz svijeta mrtvih. Pored toga, muški govor pobuđuje rezonancije od 90 – 120 Hz, što mijenja regionalnu aktivnost korteksa.

Arheoakustičke pojave u *Maeshowe*

Maeshowe je neolitički sustav pogrebnih komora smještenih na otoku *Orkney* u *Škotskoj*. Sagrađen je prije 5000 godina. Prema arheologu *S. Piggott*, to je primjer spomenika koji po načinu izvedbe nadilazi ostale. *Maeshowe* i ostali megalitički kompleksi u blizini, od kojih je poznat *Skara Brae*, upisani su 1999. na listu svjetske baštine *UNESCO*.

Neolitički kompleksi *Orkney* i *Skara Brae* nastali su istovremeno s *mastabama* drevnog *Egipta* u vrijeme 1. i 2. dinastije, *Sumerskim hramovima* i prvim gradovima *Indijske kulture Harappa*, a oko 200 godina ranije od građevina *Kineskog zlatnog doba*. Neuobičajeno su precizno izrađeni, obzirom na rano doba nastanka, iako su izvan tradicionalnih centara civilizacije.



Dojmljiv je opis i virtualna šetnja kroz *Maeshowe*:

https://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=_DX-OBFdUTE

Maeshowe je najveća grobnica na *Orkneyu*. Gomila oko grobnice ima promjer 35 m dok joj je visina 7.3 m. Oko središta, na udaljenosti 15 m, nalazi se jarak. Travnata zemljana gomila skriva kompleks prolaza i komora napravljenih od kamenih ploča i stijena teških do 30 tona.

Ulazni hodnik dug 11 m, vodi do kvadratne komore sa stranicom dužine 4.6 m i visina 3.8 m. Pokrivena je kamenim gredama. Ulaz je visok samo 0.91 m, pa se posjetitelji trebaju provući u centralnu komoru. Sagrađena je od velikih kamenih ploča koje leže cijelom dužinom zida. U kutovima su golemi potporni stupovi koji se protežu do plafona. *Maeshowe* je sagrađen prije 5000 godina, a budući da je najveći, stručnjaci su zaključili da je vjerojatno jedan od posljednjih koji su sagrađeni. Graditelji *Maeshowe* koristili su poseban tip posuda koji je bio raširen *Britanskim otočjem* prije 5000 godina.

Za vrijeme zimskog solsticija usmjerenje kompleksa omogućava osvjetljenje stražnjeg zida centralne prostorije koji je uokviren kamenim stupovima. Direktna sunčeva svjetlost tada osvjetljava ulaz u stražnju pogrebnu nišu, slično kao u *Newgrange*. <http://www.audiologs.com/ozrenbilan/newgrange.pdf>

Maeshowe je prostorno usklađen sa susjednim neolitičkim građevinama. To se posebno odnosi na 700 metara udaljeni megalit *Barnhouse*.

1861., *J. Farrer* je ušao u *Maeshowe* prodorom kroz krovnište, korištenjem sirove tehnike. Nakon toga, u samo nekoliko dana,



čitavi prostor je očišćen od naslaga i ispražnjena je centralna komora kompleksa. Pri tome su otkriveni vikinški natpisi na stijenama kompleksa. To su dokazi da su *Vikinzi* provalili u kompleks bar 600 godina prije njega.



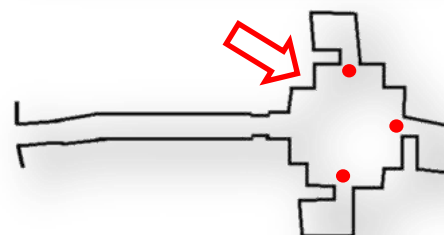
U 12. stoljeću *Maeshowe* su napali *Vikinzi Harald Maddadason* i *Ragnvald*. Dok su boravili u kompleksu, na zidove su uklesali više od 30 natpisa (*grafita*) na *runskom*, što predstavlja najveću kolekciju takvih natpisa na svijetu. Vikinški natpisi i njihov prijevod mogu se pročitati na: <http://www.orkneyjar.com/history/maeshowe/maeshrunes.htm>

Akustika kompleksa *Maeshowe*

Nakon što bi drevni ljudi položili pokojnike u grobnicu priča nije bila završena. Za vrijeme 800 godina, koliko su koristili grobnicu, stalno je održavan sustav i preslagani su ostatci predaka. Neolitičke grobnice su bile dio društva i redovito su se posjećivale. Pretpostavka je da su se mrtvi sagledavali kao dio zajednice, koji počivaju u posebnoj strukturi. Interakcija živih i mrtvih bila je sastavni dio tradicije, a posebno je interesantna teorija po kojoj otvori iznad ulaza u grobnicu služe za komunikaciju s duhovima. To su ujedno i mjesta maksimuma stojnog vala. Drevni ljudi nisu poznavali *koncepte* akustike, jeke ili stojnih valova, ali *elita šamana* to je znala i koristila.



Analiza ponašanja zvuka u megalitičkom kompleksu pokazala je vrlo neuobičajene osobine. Zbog akustičkih karakteristika kompleksa, na mjestu izvora zvuka razina je mnogo manja nego na najznačajnijim mjestima kompleksa – pogrebnim komorama. Ovaj učinak je posljedica stojnoga vala kada, u prostoriji na nekim mjestima, nastaju zone ekstremno visokog zvučnog tlaka, a na drugima tlak je stalno jednak nuli. Mjesta maksimuma stojnog vala koncentrirana su oko bočnih komora – grobova. To posjetiteljima daje impresiju dolaska zvuka *iz svijeta mrtvih*. Jesu li ovi učinci nastali namjerno, ne možemo znati, ali činjenica je da postoje. Pretpostavka antropologa i arheologa je da su šamani jasno znali za ovaj učinak te su ga obilno koristili.



Maeshowe maksimumi stojnog vala



Impulsni odziv snimljen u kompleksu *Maeshowe*
<http://www.openairlib.net>

Na web stranici <http://www.openairlib.net/about> postavljeni su impulsni odzivi mnogih poznatih građevina, među kojima je impulsni odziv *Maeshowe*, kao i akustički parametri:

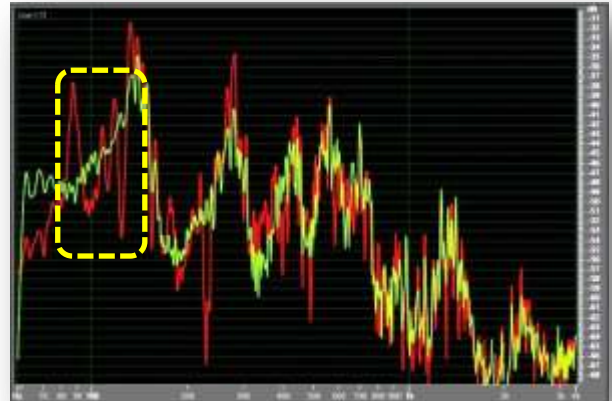
Oktavni pojas	31.25 Hz	62.5 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	16 kHz
Vrijeme odjeka T60 T30 (s)	0.78	0.84	0.76	0.64	0.58	0.51	0.47	0.43	0.35	0.29
Early Decay Time EDT (s)	0.75	0.75	0.62	0.37	0.24	0.24	0.24	0.11	0.11	0.11
Definicija D50	0.16	0.62	0.77	0.89	0.93	0.92	0.96	0.99	0.99	1.00
Jasnoća C50 (dB)	-7.32	2.22	5.13	9.28	11.18	10.78	14.25	18.56	20.39	24.81

Poznajemo li *impulsni odziv* prostorije možemo izračunati i generirati zvučnu datoteku koja pokazuje kako će neki zvučni signal zvučati u toj prostoriji.

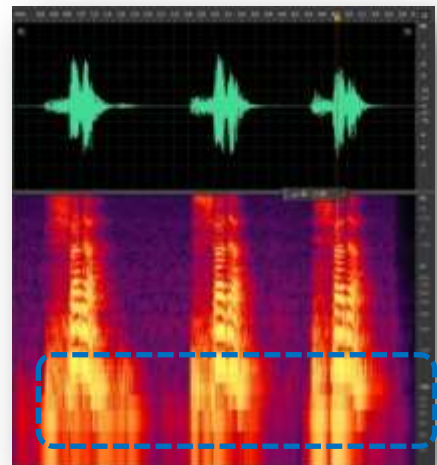
U tipičnom dnevnom boravku snimili smo tri puta izgovor riječi *sada*, a zatim smo obradom signala, uz pomoću *impulsnog odziva Maeshowe*, dobili zvučnu datoteku koja pokazuje kako bi izgovor istih riječi zvučao u *Maeshowe*. Izgovor riječi u dnevnom boravku je u datoteci *sada_DB.mp3*, a kako bi ista rečenica zvučala u *Maeshowe* u datoteci *sada_MH.mp3*. Ako slušate ove zvučne datoteke preko *ugrađenih* ili *malih vanjskih računalnih zvučnika* nećete čuti razliku. Potrebne su kvalitetne slušalice ili kvalitetan audio sustav.

http://www.audiologs.com/ozrenbilan/sada_DB.mp3

http://www.audiologs.com/ozrenbilan/sada_MH.mp3



Na spektru je *zeleno* prikazan spektar u tipičnom dnevnom boravku, a *crveno* u *Maeshowe*. Naglašene su komponente frekvencijskog spektra od 85–120 Hz koje ne postoje u izvornom signalu. To znači da muški glas pobuđuje *niskofrekvencijske rezonancije kompleksa*. U hodniku koji vodi do centralne komore kompleksa nalazi se posebna oznaka na mjestu spoja vanjskog i unutarnjeg prolaza. Tu se u udubljenju nalazi stijena koja služi za blokiranje prolaza. Kada je to potrebno, stijena se izvlači iz udubljenje kako bi se zapečatila grobnica. Ova činjenica ukazuje da je mnogo lakše zapečatiti ulaz iznutra nego izvana. To naglašava značaj komore pri ritualima kojima su mogli učestvovati samo izabrani.



Zaključak

Arheoakustička istraživanja su pokušala odgovoriti kako akustika djeluje na auditornu percepciju. Pri tome se došlo do zaključka da akustička mjerenja i prikazani primjeri dokazuju da je muški glas dinamički povezan s akustikom tako da zajedno tvore mehanizam koji pobuđuje rezonancije. Konstrukcija megalitičkih kompleksa temeljena je na *geometriji* u skladu s prethodno pripremljenim planovima drevnih *projektanata*. Mnogi hramovi, komore, prolazi i niše imaju funkciju obrade akustičkog signala ili pojačanja zvuka, a ugođeni su na rezonancije od 95 do 120 Hz kako bi *djelovali na promjenu stanja svijesti*.

Vidi detalje:

Ian A. Cook, Sarah K. Pajot & Andrew F. Leuchter (2008) *Ancient Architectural Acoustic Resonance Patterns and Regional Brain Activity, Time and Mind: The Journal of Archaeology, Consciousness and Culture*, 1:1, 95-104

<http://dx.doi.org/10.2752/175169608783489099>

<http://www.openairlib.net/about>

<http://www.orkneyjar.com/history/maeshowe/maeshrunes.htm>

https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=_DX-OBFdUTE

https://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=_DX-OBFdUTE

http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Runic_alphabet&redirect=no

<http://www.orkneyjar.com/history/tombs/tombacoustics.htm>

<http://www.orkneyjar.com/history/maeshowe/sidechamber.htm>

http://www.odysseyadventures.ca/articles/orkney-tombs/maeshowe_tombs.htm

<http://www.visitscotland.com/destinations-maps/orkney/>

<http://www.orkney.gov.uk/>