

# **Opnaðu eyrun**

**-af hljóðskynjun rýmis**

**Axel Kaaber**



Listaháskóli Íslands  
Hönnunar- og arkitektúrdeild  
Arkitektúr

# **Opnaðu eyrun**

## **-af hljóðskynjun rýmis**

**Axel Kaaber**

Axel Kaaber  
Leiðbeinandi: Hildigunnur Sverrisdóttir  
Vorönn 2012

## Útdráttur

Í ritgerðinni verður fjallað um hljóðskynjun rýmis. Hljóð og hljóðskynjun spila stórt hlutverk þegar kemur að því að skynja og meta umhverfi okkar, hvort sem við erum meðvituð um það eður ei. Ritgerðinni er ætlað að upplýsa lesandann um þessa eiginleika skynjunar sinnar og mikilvægi hljóðs í umhverfi sínu. Hér verður gerð tilraun til þess að vekja lesandann til umhugsunar um hljóð, bæði sem neytanda hljóðs og skapara þess.

Byrjað verður á því að skoða skynfærin sem heild og því næst rýnt í þá sjónhollu menningu sem við búum við á vesturlöndum í dag. Reynt verður að setja þá þróun sem liggur þar að baki í sögulegt og menningarlegt samhengi. Virkni einfaldra og algengra hljóðáhrifa verða útskýrð og algeng dæmi um þau nefnd til að auðvelda lesandanum skilning. Dæmi um þau áhrif sem við verðum fyrir þegar við skynjum umhverfi okkar með eyrunum eru nefnd ásamt nokkrum sögum af athyglisverðum tilfellum hljóðskynjunar. Því næst eru svæðisafmarkandi eiginleikar hljóðs skoðaðir. Sögulega hafa þeir eiginleikar hljóðs skipt málí í uppbyggingu bæja og borga. Félagsleg áhrif þessara eiginleika verða líka skoðuð. Loks verða nokkur dæmi um tvenns konar rými skoðuð. Annars vegar rými sem mynda og móta áhugaverð og sérkennileg hljóð og hins vegar hljóð og hljóðgjafar sem miðla hreyfingu, hraða og jafnvel rýmistilfinningu til hlustanda.

Það er nauðsynlegt að hafa hljóðskynjun okkar í huga þegar kemur að mótnum umhverfisins. Hér er gerð atlaga til þess að brýna mikilvægi hljóðs í daglegu lífi fyrir lesanda um leið og hann er hvattur til þess að leiða hugann að töfrum hversdagslegrar hljóðskynjunar.

# Efnisyfirlit

<i>Saga af skynfærum.....</i>	4
<i>Hljóðskynjun rýmis.....</i>	6
<i>Hljóðáhrif.....</i>	6
<i>Nokkur dæmi um áhrif hljóðskynjunar.....</i>	9
<i>Athyglisverð dæmi um hljóðskynjun.....</i>	11
<i>Hljóð sem afmarkar svæði.....</i>	12
<i>Hljóð myndað með rými.....</i>	14
<i>Rými mynduð með hljóði.....</i>	16
<i>Lokaorð.....</i>	20
<i>Heimildaskrá.....</i>	21
<i>Myndaskrá.....</i>	22

## *Saga af skynfærum*

Kona situr í stofunni heima hjá sér snemma morguns. Hún flettir dagblaði meðan hún sýpur á rjúkandi heitu kaffi. Sólin er nýkomin á loft og lyktina af rigningu næturinnar sem gufar upp um leið og sólin skellur á votum götunum leggur inn um opinn stofugluggann. Krakkur á leið til skóla hrópa á stéttinni fyrir utan og hávært mótorhjól ekur um nálægar götur. Hún fær sér annan sopa af kaffinu og veltir því fyrir sér hvort hún finni einhvern mun á kaffinu eftir að hún byrjaði að mala það sjálf. Flugvél flýgur yfir í fjarska. Þessi flugvölur mætti alveg fara hennar vegna. Bollinn er heitur viðkomu og veitir gott mótvægi við ferskan vormorguninn. Hún heyrir einhverja skruðninga innan úr svefnherbergi krakkanna. Dagurinn er byrjaður.

Í þessari hversdagslegu senu beitir konan fyrir hinum fimm klassísku skynfærum eins og þau voru skilgreind af Aristótelesi, það er sjónskyn, heyrnarskyn, lyktarskyn, bragðskyn og snertiskyn.<sup>1</sup> Fleiri skynfæri hafa seinna bæst við, til að mynda hreyfiskyn og jafnvægisskyn. Þessi skynfæri eru sífellt í notkun og í raun slokknar aldrei á þeim ef allt er með felldu. Þrátt fyrir að við lokum augum og höldum fyrir eyru, skynjum við meðvitað þá breytingu og það ástand sem það hefur í för með sér. Með skynfærunum erum við sífellt meðvituð um alla þá þætti sem þau meta í umhverfi okkar. Allar þessar upplýsingar meðtökum við, túlkum og vinnum úr meðan við vöcum. Við erum ekki einungis meðvituð um rýmið sem við erum stödd í þá stundina, hita þess, lykt, lýsing og fleira heldur nær skynjun okkar oft út fyrir rýmið. Lyktin af regninu sem gufar upp af götunum og hljóðin sem berast frá mótorhjólinu gera konuna í sögunni meðvitaða um mun stærra samhengi, jafnvel hverfið í heild sinni.

Þessi skynfæri mannfólksins eru því einkar mikilvæg og oft lífsnauðsynleg. Þegar staldrað er við og skynfærunum velt fyrir sér og þær upplýsingar sem þau veita okkur sjáum við að saman vinna þau stórvirki. Innan arkitektúrs skipta þessi skynfæri miklu máli. Þegar kemur að sköpun okkar manngerða umhverfis er áríðandi að við höfum í huga samspil flókinna þátta skynjunar og þau áhrif sem skynjun hefur á okkur í daglegu lífi.

Í gegnum tíðina hafa skynfærin ekki verið metin jöfn. Sjónskynið hefur oft verið álitíð mikilvægast skynfæranna og jafnvel talið bera höfuð og herðar yfir hin að mati manna. Í bók sinni „The Eyes of the Skin“ skrifar Juhani Pallasmaa um mikilvægi skynfæranna í arkitektúr. „Í vestrænni sögu hefur sjónin verið álitin göfugust skynfæranna ...“ skrifar hann í byrjun bókarinnar.<sup>2</sup> Þar gagnrýnir hann áherslur á sjónina sem helsta skynfæri mannsins. Í raun er ekki að undra að sjónin hafi verið höfð í hávegum því að í daglegu lífi fáum við mestar upplýsingar úr umhverfi okkar með því að horfa í kringum okkur. Le Corbusier lét hafa eftir sér: „Ég lifi einungis ef ég get séð.“<sup>3</sup> Þessi fullyrðing varpar einhverju ljósi á afstöðu þessa mikilsvirta arkitekts til sjónarinnar sem helsta skynfæris arkitektúrs.

Þessi tilhneiting okkar til þess að skoða, meta og upplifa umhverfi okkar mest með augunum hefur valdið því að við kunnum að gleyma þeirri upplifun sem felst í því að vera í rými sem höfðar sterkt til allra skynfæranna. Þegar öll skynfærin vinna saman til að mynda heildarupplifun skynjum við arkitektúr á djúpan og minnisstæðan hátt. Að sjá ljósmynd af einni fastri hlið útveggja byggingar er einungis toppurinn á ísjaka þeirrar upplifunar sem felst í byggingunni allri. Samt sem áður er byggt umhverfi allt of oft metið á einmitt þessum forsendum, á tölvuskjám eða á síðum tímarita. Á okkar tínum, tínum internetsins, þegar sægur upplýsinga er innan seilingar er auðvelt að meta og fella dóum um það sem fyrir augu ber útfrá myndum. Umfjöllun um byggingar þar sem verkefni eru útskýrð með nokkrum myndum, oftast teknum utan þess sem byggja skal, er of algengt. Auk þess að leggja mesta áherslu á myndir eru lýsingarnar í slíkri umfjöllun oftast miðaðar að últiti verkefnisins en lítið fjallað um annað, svo sem byggingarefni, áferðir og hljóðvist svo fátt eitt sé nefnt.

Sumir vilja halda því fram að þessa tilhneigingu sé að rekja alla leið aftur til upphafs pentlistarinnar. Þegar sögur voru prentaðar en ekki sagðar skipti skynjun fólks frá því að vera heyrnarmiðuð yfir í að vera sjónmiðuð. Aðrir álykta að betur lýst umhverfi, með tilkomu rafmagnsins, sé ástæða þess að við treystum á sjónskynjun framar öðrum skynfærum. Í dag, þegar ljósmyndir og kvíkmyndir eru hvarvetna er ekki að furða að við treystum mjög á sjónina. Val okkar á sumum skynfærum framar öðrum er þó nátengt menningu og umhverfi. Í sjónrænt einsleitu umhverfi er erfitt að notast einvörðungu við sjónina til að lýsa því. Aivilik-eskimóar lýsa til dæmis umhverfi sínu með orðum sem ekki lýta að sjón en varða frekar skynjun (t.d. „fjörðurinn þar sem kaldur vindur blæs úr

---

<sup>2</sup> Juhani Pallasmaa, *The Eyes Of The Skin: Architecture And The Senses*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2006, bls. 15

<sup>3</sup> Juhani Pallasmaa, *The Eyes Of The Skin*, bls. 27.

norðri“).<sup>4</sup> Margir frumskógarættbálkar leggja einnig mikið traust á heyrn sína þar sem ekki er hægt að sjá mjög langt í myrkrinu milli þétt vaxinna trjánna. Hljóð berst hinsvegar yfir miklar vegalengdir og þessir ættbálkar nýta sér þann eiginleika til hins ýtrasta. Að geta farið í gegn um efni eins og laufblöð og tré í frumskóginum er bara einn af áhugaverðum eiginleikum hljóðs. Í þessari ritgerð verða hljóð og hljóðskynjun betur skoðuð, hvernig hljóðið myndast og umbreytist í arkitektúr og hvaða áhrif það hefur á okkur í daglegu lífi.

## *Hljóðskynjun rýmis*

### *Hljóðáhrif*

Nokkur áhrif hljóðs vega þyngst fyrir hljóðskynjun í rými. Rétt er að telja þau upp og útskýra áður en lengra er haldið.

*Hljóðstyrkur* (e. loudness) er styrkur hljóðsins sem heyrist og er mælanlegur í desíbelum. Ef hljóðstyrkur er mikill heyrist hljóðið betur, en ef hann er hinsvegar of hár getur það skapað óþægindi.<sup>5</sup> Þetta er grundvallarhljóðáhrif sem þarf ekki að fjölyrða um hér.

*Ómun* (e. resonance) er annað dæmi um algeng hljóðáhrif. Ómun á sér stað þegar efni titrar vegna utanaðkomandi hljóðs. Til þess að það gerist þarf tiltölulega háan hljóðstyrk.<sup>6</sup> Óperusöngkona sem brýtur gler með röddinni einni er til dæmis þekkt minni. Auðveldara er líklega að syngja í áttina að streng á gítar og hann mun titra í sama tón ef tónninn er réttur. Eigintíðni (e. natural frequency) strengsins er þá sú sama og tíðni hljóðsins sem dynur á honum.<sup>7</sup>

<sup>4</sup> Barry Blessing og Linda-Ruth Salter, *Spaces Speak, Are You Listening?: Experiencing Aural Architecture*, The MIT Press, Cambridge, 2009, bls. 4.

<sup>5</sup> *Encyclopædia Britannica Online Academic Edition - Loudness*, Encyclopædia Britannica Inc., 2012, sótt 10. janúar 2012, <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/348615/loudness>>.

<sup>6</sup> Barry Blessing og Linda-Ruth Salter, *Spaces Speak, Are You Listening?*, bls. 99.

<sup>7</sup> *Vísindavefur Háskóla Íslands - Hvað er eigintíðni?*, Háskóli Íslands, 2008, sótt 2. janúar 2012, <<http://visindavefur.is/?id=14989>>.

Í rýmum, bæði úti sem og inni, getur mikil ómun myndast milli tveggja veggja. Ef eigin tíðni veggjanna er sú sama og hljóðið sem fellur á þá eykst styrkur hljóðsins og verður brátt óbærilega mikill. Til þess að þetta gerist verður umhverfið að vera fremur tómt og einfalt, því annars deyr hljóðið út við það að lenda á margbreytilegum og flóknum flótum.<sup>8</sup>

Gott dæmi um beina notkun ómunar í arkitektúr er aftan úr klassískri fornöld. Á tímum gríkska og rómverska leikhússins var látúnsvösum (l. echea) dreift milli áhorfenda sem höfðu mismunandi eigin tíðni og juku hljóðstyrk hljóðanna sem bárust frá svíðinu. Arkitektinn Vítruvíus skrifar ítarlega um þessa vasa riti sínu Tíu bækur um arkitektúr. Hann segir þá nauðsynlega í hverju leikhúsi og að þeir bæti mjög úr hljómburði innan þess. <sup>9</sup> Því miður hefur hins vegar enginn þeirra varðveisist.

*Endurómun* (e. reverberation) er næsta dæmi um hljóðáhrif sem skipta sköpum í skynjun rýmis. Endurómun er skilgreind sem „dreifingaráhrif sem á sér stað þegar hljóð heldur áfram að heyrist eftir að upptök þess hafa þagnað.“<sup>10</sup> Það sem hlustandi tekur fyrst eftir við endurómun er hversu langan tíma það tekur fyrir hljóð að berast aftur til hlustandans. Ef við gefum frá okkur hvellt hljóð, til dæmis klapp, og hljóðið berst aftur til okkar eftir hálfu sekúndu vitum við að við erum að hlusta á stórt rými, þ.e.a.s. mikið rúmmál. Ef hljóðið hinsvegar lendir nánast um leið á okkur aftur erum við að hlusta á lítið rými.<sup>11</sup> Endurómun getur bæði verið nytsamleg og til ama. Í fundarsölum eða hátíðarsölum er mikilvægt að endurómun sé ekki mikil því þá myndast mikill hávaði og erfitt er fyrir marga að tala í einu. Hinsvegar er mikilvægt að hafa einhverja endurómun í hljómleikasölum og í kirkju hefur verið talið æskilegt að hafa endurómun mikla. Þannig finnur hlustandinn fyrir smæð sinni inni í stórra kirkju meðan presturinn talar. Endurómun er hægt að stjórna með því að skapa rými úr flötum sem annað hvort soga í sig hljóð (líkt og teppi eða timbur) eða úr flötum sem varpa frá sér hljóði (líkt og gler og flísar).

---

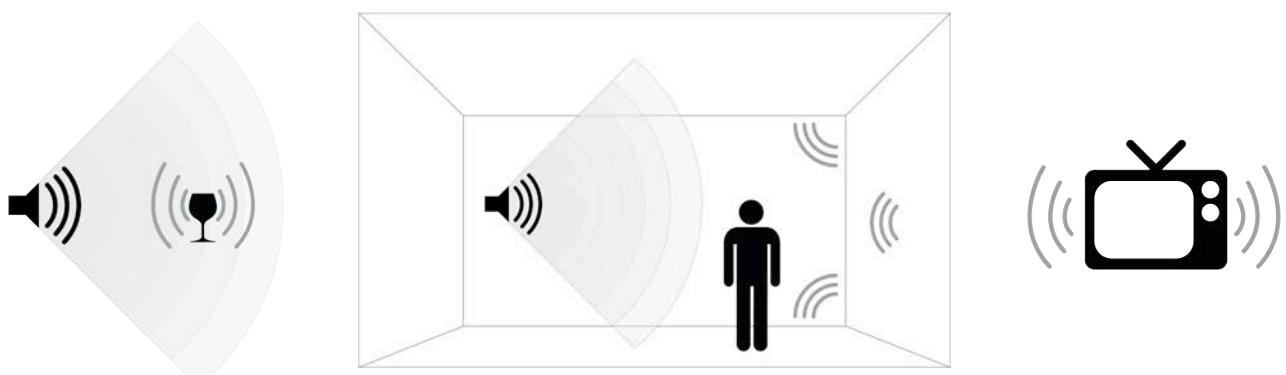
<sup>8</sup> Jean-François Augoyard og Henry Torgue, *Sonic Experience: A Guide to Everyday Sounds*, Andra McCartney og David Paquette þýddu, McGill-Queen's University Press, London, 2005, bls. 104.

<sup>9</sup> Vitruvius, *Ten Books on Architecture*, Morris Hicky Morgan þýddi, Harvard University Press, Cambridge, 1914, sótt 28. desember 2011, Project Gutenberg eBook, <<http://www.gutenberg.org/ebooks/20239>>, bls. 82.

<sup>10</sup> Jean-François Augoyard og Henry Torgue, *Sonic Experience*, bls. 111.

<sup>11</sup> Sama rit, bls. 113.

*Niður* (e. drone) er fjórða og síðasta dæmið sem ég vil nefna . Allir þekkja sífelld, lágvær hljóð sem umkringja okkur allan daginn. Í hljóðumhverfi okkar er nánast alltaf einhver niður, hvort sem það er úr ísskápnum á heimilinu, umferð fyrir utan eða viftu í tölvu.<sup>12</sup> Rafmagnstæki eru algeng uppsprettar niðs í umhverfi okkar. Þau gefa frá sér tón sem er um 50Hz (í Evrópu) eða 60Hz (í Norður-Ameríku). Við erum svo vön þessari tilteknu gerð niðar að þegar fólk er beðið um að syngja tón af handahófi syngur það oftast sama tón og myndast í rafkerfinu og raftækjunum í kringum það. Önnur dæmi um nið eru til að mynda lágt stillt útvarp eða sjónvarp sem við beitum til þess að afmarka okkar einkasvæði með hljóði, oft til mótvægis við utanaðkomandi hljóð eins og umferðina fyrir utan húsið.



*Mynd 1: Ómun í vínglassi, endurómun innan rýmis og niður í sjónvarpi.*

Rétt eins og ljós gerir okkur kleift að sjá rými með augunum gerir hljóð okkur kleift að heyra rými með eyrunum. Með því að vera meðvituð um þessa skynjunarmöguleika okkar þegar við sköpum rými getum við dýpkað og aukið reynsluna sem fæst af því að vera staddur í vel hannaðri byggingu eða borgarumhverfi. Sömuleiðis er hægt að beita hljóði í arkitektúr á þann hátt að það auðgi hönnunina í heild sinni.

Nú þegar undirstöðuatriðin eru upptalin getum við skoðað hvernig hljóðskynjunin verkar, hvaða áhrif hún hefur á okkur og hvernig henni er beitt.

---

<sup>12</sup> Sama rit, bls. 41-42.

## *Nokkur dæmi um áhrif hljóðskynjunar*

Hljóðskynjun í rými hefur áhrif á okkur á að minnsta kosti fjóra vegu.<sup>13</sup> Í fyrsta lagi gefur hún okkur færí á því að staðsetja okkur innan rýmis og ferðast gegnum það. Hljóðskynjun rýmis bæst við sjónræna rýmisskynjun okkar, eða eins og í sumum tilfellum meðal blindra, kemur hún í staðinn fyrir sjón. Í öðru lagi hefur hljóðskynjun áhrif á fagurfræðilegt mat okkar á rými. Ef rýmið er til að mynda hljóðraent „dauft“ (þ.e. hefur of marga og mikla hljóðísogandi fleti) getur það virkað óspennandi á þann sem upplifir það. Í þriðja lagi hefur hún áhrif á félagshegðun okkar. Í rými með miklu hljóðendurvarpi líður okkur venjulega ekki vel og við einangrumst vegna erfiðleika við að halda uppi samræðum. Í fjórða og síðasta lagi hefur hljóðskynjun innan rýmis áhrif á það hvernig við skynjum raddir og tónlist, eins og til að mynda mikilfenglega rödd prests inni í stórrí og mikilli steinkirkju. Í þessari ritgerð verða fyrsta og annað atriði þessarar upptalningar aðallega skoðuð.

Hljóð gerir flöt, massa, umfang og efni umhverfisins skiljanlegri. Ef við til dæmis klöppum höndum saman inni í ferhyrndu herbergi ákvarðar fjarlægðin í næsta vegg lengd tímans sem það tekur endurómunina að berast tilbaka. Stærð veggflatarins ákvarðar hljóðstyrk endurómunarinnar og efni og áferð veggjarins ákvarða tíðni endurvarpsins (hvort tónarnir sem berast tilbaka eru háir eða lágar).<sup>14</sup>

Hvað þetta varðar eru hljóðbylgjur í raun mjög líkar ljósbylgjum. Endurvarp ljóss sem lendir á vegg ákvarðast af lit veggjarins, áferð og stærð. Það sem helst greinir þær þó að er að tími og skynjun tímans skiptir miklu máli þegar hljóðbylgjur eru annars vegar.<sup>15</sup> Við þekkjum það til dæmis að skyggnast inn á byggingasvæði þar sem smiður notar hamar. Hljóðið sem myndast berst ekki til okkar fyrr en eftir slagið, þegar maðurinn er kominn með hamarinn á loft. Það tekur hljóðið tíma að berast til okkar, ólfkt því sem gerist með ljósbylgjur, og því fáum við aðrar upplýsingar með heyrninni en með sjóninni. Þegar komið er inn í rými þar sem einhverjir hljóðgjafar eru til staðar er endurómun rýmisins það sem helst ákvarðar skynjun okkar á stærð þess. Því stærra sem rýmið er, þeim mun lengri tíma tekur hljóðið að berast frá útjaðri rýmisins aftur til okkar.

---

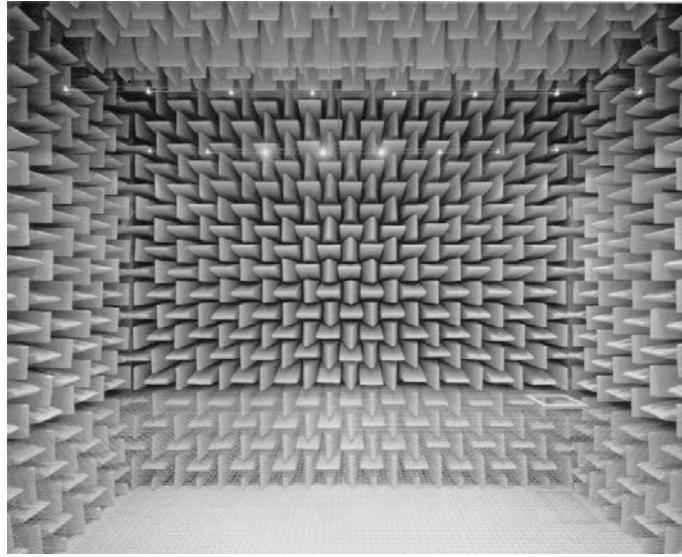
<sup>13</sup> Barry Blessing og Linda-Ruth Salter, *Spaces Speak, Are You Listening?*, bls. 11

<sup>14</sup> Sama rit, bls. 2.

<sup>15</sup> Sama rit, bls. 15.

Annað mikilvægt atriði greinir hljóðskynjun frá sjónskynjun rýma. Þegar við hlustum á rými skiptir einnig máli að einhver atburður eigi sér stað innan rýmisins, líkt og klappið sem ég nefndi hér fyrir ofan. Ef sólin skín inn um glugga og lýsir upp rými nægir það okkur til þess að sjá rýmið en til þess að skynja rými í gegnum hljóð þarf einhver hreyfing eða atburður að eiga sér stað.<sup>16</sup> Oft er það fótatak okkar sjálfra eða skrjáf í fótunum okkar sem gefur rýminu nægt hljóð til að það geti fengið að hljóma og við skilið það betur. Þannig mætti segja að rýmisskynjun sem reiðir sig á hljóð sé lifandi skynjun. Hljóðrými eru rými með hreyfingu, þau geta aldrei verið líflaus.

Eitt það sem sýnir okkur helst hversu miklivægt það er fyrir okkur að geta hlustað á rými og metið það og upplifað út frá hljóði er kannski einmitt þegar nánast ekkert hljóð myndast með rýminu. Byggð hafa verið rými sem hönnuð eru með það að leiðarljósi að sem minnst hljóð sé til staðar, þ.e.a.s. að sem minnst hljóð komist inn og sem minnst ómun myndist í rýminu. Hljóðlausir klefar (e. anechoic chamber) eru útbúnir á þann veg að allir sex fletir ferhyrnds rýmisins eru þaktir hljóðísogandi efnum, hvössum trefjaglersfleygum sem teygja sig allt að einum meter út frá öllum flötum rýmisins.<sup>17</sup> Gólf klefanna er gert úr vírneti sem hljóð fer í gegnum og deyr í fleygunum sem eru handan þess. Þrátt fyrir að vera rými sem hönnuð eru með það að leiðarljósi að breyta hegðun hljóðbylgna innan þeirra verða klefarnir einnig afar áhugaverðir sjónrænt (sjá mynd).



Mynd 2: Hljóðlaus klefi í Technische Universität, Berlín.

<sup>16</sup> Sama rit, bls, 16

<sup>17</sup> Sama rit, bls, 18

Fyrstu viðbrögð fólks sem kemur inn í slík rými eru misjöfn. Sumir ringlast mjög og verður óglatt og aðrir missa jafnvel jafnvægið. Einnig getur fólk með víðáttufælni (e. agoraphobia) brugðist illa við þessum aðstæðum. Þessi viðbrögð fólks eru vitnisburður um það að ef hljóðendurvarp er ekki til staðar ruglast rýmisskynjun fólks svo um munar. Hljóðskynjun rýmis er ekki einungis eitthvað sem áhugavert er að skoða samhliða sjónrænni skynjun heldur beinlínis eitthvað sem við reiðum okkur á, meðvitað eða ómeðvitað.

### *Athyglisverð dæmi um hljóðskynjun*

Öll notumst við upp að einhverju marki við heyrn til þess að upplifa umhverfi okkar. Þeir sem efast um þetta geta framkvæmt einfalda tilraun sem sannar þessa staðhæfingu. Ef maður setur hendina nokkra sentimetra frá eyranu, þá heyrir maður að lófinn, sem myndar mikinn flöt við eyrað, er staðsettur rétt við eyrað. Við hvorki sjáum né skynjum hendina á annan hátt en við heyrum vissulega í henni.<sup>18</sup> Hinsvegar notast ekki allir jafn mikið við heyrnina til þess að skynja umhverfi sitt. Tónlistarmaðurinn bandaríski Ray Charles sagði til að mynda frá því að hann hefði auðveldlega hoggið eldivið og hjólað um í sveitinni þar sem hann ólst upp, þrátt fyrir að hafa fæðst blindur. Ray Charles notaðist aldrei við staf né blindrahund. Til eru dæmi um blinda sem hafa gengið óstuddir um götur stórborga og einungis reitt sig á heyrnina. Það er hinsvegar illmögulegt fyrir þá að skynja smærri hluti og sérstaklega þá hluti sem eru holóttir og hafa ekki mikið flatarmál. Þannig lenti til að mynda einn blindur New York búi sem fór um götur borgarinnar hlustandi á umhverfi sitt oft í árekstrum við hjóreiðamenn.<sup>19</sup> Hljóðskynjun rýmis hjá sjónskertu fólki getur þó verið ótrúlega nákvæm. Ein tilraun sýndi fram á að blindur maður gat nákvæmlega staðsett disk sem var 2,5 sentimetrar í þvermál og í 90 sentimetra fjarlægð.<sup>20</sup> Slíkt er sjaldgæft en gefur engu að síður til kynna ótrúlega möguleika fólks til að skynja nærumhverfi sitt með hljóði.

Mismunandi skynfæri eru þó nýtileg til að skynja mismunandi eiginleika rýmis. Sjónin er best til að skynja fjarlægð, heyrn til að skynja rúmmál og snerting til að skynja áferð. Samt skarast þessi skynfæri mikið og hjálpa hvort öðru til að komast að betri niðurstöðu um eiginleika þess sem verður á vegi okkar, hvort sem það er áþreifanlegt eða ekki. Til dæmis getur heyrnin líka skynjað fjarlægð og sjónin áferð. Saman vinna þessi skynfæri vissulega best.

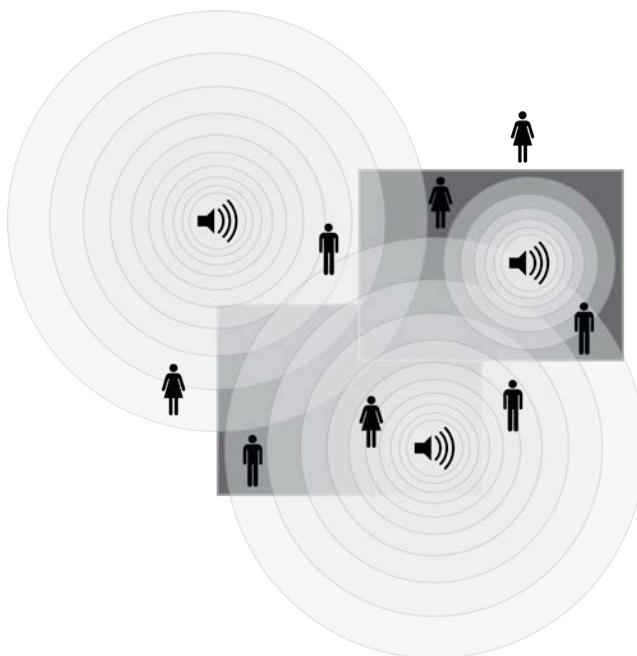
<sup>18</sup> Sama rit, bls. 26.

<sup>19</sup> Sama rit, bls. 38-39.

<sup>20</sup> Sama rit, bls. 44.

## *Hljóð sem afmarkar svæði*

Umhverfi okkar, hvort sem það er náttúran eða manngert umhverfi, mótar hljóðin sem við heyrum. Það mótar hvaða hljóðáhrif fylgja hljóðinu, úr hvaða fjarlægð, hversu lengi og hversu hátt það heyrist. Hljóð mynda síðan alltaf svokölluð hljóðsvæði (e. acoustic arena).<sup>21</sup> Hljóðsvæðin eru svæði sem afmarkast af þeim einstaklingum sem heyra hljóðið.



*Mynd 3: Hljóðsvæði innan og utan dyra sem takmarkast ekki af efnislegum hindrunum.*

Veggir, gluggar og allt það sem efnislega skilur svæði af, afmarkar rými á annan hátt en hljóð. Þó að gluggi sé opinn skynjum við hann ennþá eins og hann skilji okkar umhverfi frá götunni handan hans. Um leið og við heyrum hinsvegar í krökkum að leik fyrir utan, bílum sem aka framhjá eða geltandi hundi tilheyrum við hljóðsvæði götunnar.

Sú ákvörðun að annaðhvort opna fyrir hljóð inn í híbýli eða loka fyrir það er menningarlegs og/eða efnahagslegs eðlis. Í sumum menningarheimum hleypa efnislegar hindranir eins og veggir eða hurðir auðveldlega hljóði í gegnum sig.<sup>22</sup> Japanskir pappaveggir eru gott dæmi um slíkt. Í Japan veltur það þess vegna á félagslegu samþykki hvaða og hverskonar hljóðsvæði myndast. Þetta samþykki er til staðar svo að hljóðsvæðin skarist ekki og fólk truflist ekki innandyra eða heyri of

<sup>21</sup> Sama rit, bls. 26.

<sup>22</sup> Sama rit, bls. 28.

mikið hljóð berast innan úr húsum út á götu. Sama á við um hús á Kyrrahafseyjum þar sem mikið er um opnanir til þess kæla rýmin með loftstreymi. Í Bandaríkjunum eru hurðar oft gataðar neðarlega og með rifu við þröskuldinn sem bæði loftar um og hleypir hljóði betur í gegn. Í norður Evrópu eru hurðir og gluggar aftur á móti þéttari og í hönnun þeirra og uppsetningu er miðað að því að hleypa sem minnstu hljóði í gegnum þær

Hljóðsvæði hafa gegnt merkilegu hlutverki í uppbygginu bæja og borgarskipulagi. Hljóðkennileiti (e. soundmarks) eru þeir hljóðgjafar sem mynda stór hljóðsvæði sem a.m.k. tugir eða hundruð manna þekkja.<sup>23</sup> Þokulúðrar skipa í hafnarbæjum, kirkjuklukkur og verksmiðjuflautur í bæjum og borgum eru góð dæmi um eldri hljóðkennileiti. Áður fyrr voru þeir íbúar sem heyrðu í kirkjuklukku bæjar taldir til íbúa hans. Styrkur klukkunnar (eða verksmiðjuflautunnar) ákvarðaði þannig stærð bæjarins. Landslag, skógar, slétturnar og hamraveggir höfðu einnig áhrif á stærð bæjarins og hvernig hann breiddi úr sér um landið. Hljóðsvæðið sem myndaðist með hljóðkennileitinu og mótaðist af landslaginu átti þar af leiðandi þátt í því að ákvarða lögun endimarka bæjarins.

Hljóðkennileitin mynduðu bæjarfélög og staða manns sem borgara eða utanbæjarmanns gat ákvarðast af því hvort hann mátti heyra þann bjölluhljóm og þær tilkynningar sem bæjarbúum voru ætlaðar. Reykvískt dæmi um hljóðkennileiti eru kirkjuklukkur. Sé maður vakinn á sunnudagsmorgni af klukkum Hallgrímskirkju tilheyrir maður hópi Reykvíkinga og líklega hópi þeirra Reykvíkinga sem búa í Þingholtunum eða þar nærri. Margt bendir til þess að íbúar sama hljóðsvæðis finni til meiri samheldni menningarlega en þeir sem búa utan þess og áður fyrr sköpuðu hljóðkennileiti vissulega samheldni og menningarlega samkennd.<sup>24</sup> Í dag mynda einskonar rafræn hljóðkennileiti eins og útvarp og sjónvarp menningarlega samkennd milli íbúa þess hljóðsvæðis sem það nær til, en ekki á sama hátt og áþreifanleg hljóðkennileiti eins og kirkjuklukkur.

Eins og landslag mótar hljóðsvæði móta hljómburðarfræðingar þau líka. Þeir búa nú til dags yfir nægilegri þekkingu til þess að mynda nánast algjöra hljóðtálma innandyra.<sup>25</sup> Utandyra geta þeir byggt upp hljóðtálma sem útiloka meiri hluta hljóðs sem berst frá óæskilegum stöðum, svo sem hraðbrautum og flugvöllum. Hljóðtækni nútímans og þekking hljómburðarfræðinga gæti gert það mögulegt að skapa annarskonar afmarkanir innan arkitektúrs.

<sup>23</sup> Sama rit, bls. 29.

<sup>24</sup> Sama rit, bls. 31.

<sup>25</sup> Sama rit, bls. 28.

Hvernig myndum við upplifa samsetningu rýma sem byggðist nánast einvörðungu upp á mismunandi hljóðsvæðum? Litlar sem engar efnislegar aðgreiningar myndu skilja rýmin að. Inni í einu rými værum við nátengd hljóðsvæðum utandyra og í næsta rými myndum við upplifa algjöra þögn. Mörkin milli rýmanna myndum við einungis skynja á ferð í gegnum þau. Hvernig liti slíkur arkitektúr út ef hann væri sjáanlegur yfir höfuð og hvaða tilfinningar myndu kvikna innan slíkra rýma?

## *Hljóð myndað með rými*

Hér á eftir verða talin upp nokkur dæmi um sérkennilega hljóðmyndun í rýmum. Óviljandi geta slík rými leitt til leiðinlegra aukaverkana en ef þau eru hönnuð með hljóðmyndun í huga getur niðurstaðan orðið skemmtileg og jafnvel nytsamleg.

Í dómkirkjunni í Girgenti á Sikiley veldur lögur rýmisins því að hljóðið sem berst úr skriftarstólnum magnast og endurómunin varpast alla leið á afvikinn stað í kirkjunni.<sup>26</sup> Áður fyrr sátu þar forvitnir og lögðu við hlustir. Áður en þetta uppgötvaðist og gerðar voru bætur á þessum eiginleika kirkjunnar höfðu fleiri hundruð bæjarbúa hlustað á leyndarmál nágranna sinna. Þessi tilviljun hefur líklega orðið mörgum til ama og öðrum til gleði. Svipuð áhrif hafa fleygmyndaðir (e. parabolic) hljóðspelgar sem oft eru settir upp á vísindasöfnum. Þeir eru settir upp gegnt hver öðrum og flytja hljóð auðveldlega um 30 metra vegalengd svo greinilega að sá sem hlustar hinum megin upplifir hljóðið frá viðmælanda sínum eins og hann sé staddur einungis þrjá sentímetra frá eyra hlustandans.

Athyglisverð hljóðfræðileg fyrirbæri geta líka auðveldlega myndast utandyra. Gott dæmi um slíkt eru pýramídarnir við Chichén Itzá sem Mayar reistu þar sem nú er Yucatán fylki Mexíkó. Að minnsta kosti þrjú hljóðfræðileg fyrirbæri myndast við þessa pýramíða.<sup>27</sup> Fyrst ber að nefna endurómunina sem myndast þegar staðið er fyrir framan tröppur Kukulkán pýramíðans. Ef staðið er nokkra tugi metra frá tröppunum og höndum klappað saman myndar endurómunin frá þeim hljóð sem minnir sterkelega á kall Quetzal-fuglsins, fugls sem var mjög mikilvægur Mayum. Í öðru lagi,

---

<sup>26</sup> Sama rit, bls. 54.

<sup>27</sup> Sama rit, bls. 85.

þegar setið er við neðstu tröppur sama pýramída, hljómar fótgangur fólks í tröppunum fyrir ofan eins og regndropar sem skella á jörðinni. Á toppi pýramídans er grímu regnguðsins Chac síðan að finna. Í þriðja lagi má nefna að köll milli þriggja þessara pýramída Mayanna heyrast sérstaklega vel vegna legu þeirra og mótnar rýmisins ofan á þeim.<sup>28</sup> Hvort sem þessar athuganir eru til komnar af tilviljun eða meðvituð ákvörðun um hönnun þessara þátta hafi verið tekin eru þeir áhugavert dæmi um auðgun byggðs umhverfis með hljóðfræðilegum eiginleikum.



*Mynd 4: Kukulkán pýramídinn við Chichen Itzá í Mexíkó.*

Hvað gerðist ef áhrifum sem þessum yrði beitt í byggðu umhverfi? Ef fólk gæti auðveldlega talað saman milli stórra íbúðaturna þótt tugir metra skildu þá að. Hverjar svalir væru útbúnar hljóðspeglum og fólk myndi kynnast nágranna sínum á sömu hæð í næsta turni. Hvað ef að dagsstofan í sumarbústað við fallegt vatn fullt af dýralífi tæki sérstaklega vel við hljóðinu sem bærist þaðan? Á góðum degi væri hægt að opna fyrir hljóðið og hlusta á fuglasönginn sem bærist frá vatninu.

---

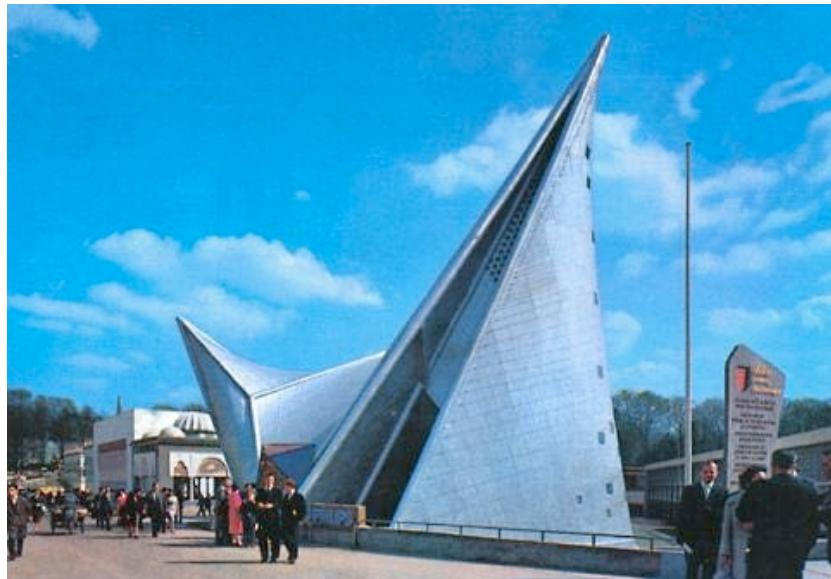
<sup>28</sup> Sama rit, bls. 86.

## *Rými mynduð með hljóði.*

Francis Bacon, heimspekingur og vísindamaður með meiru fjallaði í útópísku riti sínu „The New Atlantis“ árið 1626 um svokölluð „hljóðhús“ (e. soundhouses). Þar talaði hann um að tilbúin bergmál gætu átt sér stað sem spegluðu röddina, stækkuðu hana og breyttu henni. Bacon skrifaði þarna um framtíð sem við þekkjum vel í dag með hljóðtækni nútímans.<sup>29</sup>

Með tilkomu nýrrar upptökutækni var hægt að skapa fjölbreytileg rými fyrir tónlistarflutning, og snemma uppgötvuðu tónskáld að hægt var að skapa hljóðrými sem ekki var hægt að búa til í raunveruleikanum. Úr þessum tilraunum urðu til súrealísk hljóðrými sem voru í senn lítil og stór, hlý og köld og allt þar á milli.

Ein frægasta tilraun, og ein af þeim fyrstu, með samþland rýmis og rafhljóða varð til á heimssýningunni í Brussel árið 1958. Raftækjaframleiðandinn Philips réði til sín arkitektinn Le Corbusier og tónskaldið Edgar Varése til þess að hanna sýningarskála þar sem hljóðverk og form byggingarinnar færðu saman hönd í hönd.<sup>30</sup>



*Mynd 5: Sýningarskáli Philips á heimssýningunni í Brussel.*

<sup>29</sup> Sama rit, bls. 164.

<sup>30</sup> Sama rit, bls. 171

Le Corbusier fékk sér til aðstoðar arkitektinn Iannis Xenakis, sem hafði áður unnið með honum að verkefnum eins og La Tourette klastrinu fræga. Le Corbusier fjarlægðist verkið vegna mikilla anna og Xenakis kom nánast alfarið í hans stað. Sumir segja jafnvel að hann hafi nokkurnveginn hannað sýningarskálann einsamall. Hljóðverkfræðingur á vegum Philips skapaði hljóðkerfi samsett úr 400 hátölurum, sem felldir voru inn í veggi sýningarskálans.<sup>31</sup> Verk Varése var samið beint inn í þetta hljóðkerfi og í samhengi við rými skálans. Það hlaut nafnið „Poème Electronique“ og var átta mínútna hljóð- og myndskeiðssýning. Hljóðin í verkinu ferðuðust upp og niður rýmið, fram og aftur, sameinuðust og fjarlægðust. Hljóðin hljómuðu líka á stundum eins og þau kvísluðust um þróngan gang og stundum eins og þau ómuðu um stóra dómkirkju. Xenakis samdi einnig styttra verk sem flutt var í skálanum á heimssýningunni en seinna öðlaðist hann frægð fyrir raftónlist sína og varð í raun brautryðjandi á sviði raftónlistar. Áður en sýningarskálinn var rifinn höfðu 2 milljónir manna lagt leið sína í hann.<sup>32</sup>



*Mynd 6: Hnattlagar sýningarskáli Stockhausen í Osaka.*

Rúmum áratug síðar, árið 1970, varð draumur þýska tónskáldsins Karlheinz Stockhausen að veruleika þegar 20 hljóðfæraleikarar spiluðu í hljóðkerfi sem Stockhausen hafði skapað. Hljóðkerfið samanstóð af 50 hátölurum sem vísuðu inn í hnött, 28 metra í þvermál. Lárétt í hnettimum fyrir neðanverða miðju var lagt hljóðgegndrápt gólf þar sem hlustendur komu sér fyrir.<sup>33</sup>

<sup>31</sup> Thom Holmes, *Experimental Music: Technology, Music and Culture*, Routledge, New York, 2008, bls. 339.

<sup>32</sup> Barry Blesser og Linda-Ruth Salter, *Spaces Speak, Are You Listening?*, bls. 171.

<sup>33</sup> Robert Normandeau, „Timbre Spatialisation: The medium is the space“, í *Organized Sound*, vol. 14, issue. 3, 2009. bls. 281.

Hljóðinu frá hljóðfæraleikurunum var stýrt í gegnum stjórnborð og út í hálalarana sem umkringdu hlustendur. Hljóðið ferðaðist upp og niður, í heila hringi, lóðrétt sem lárétt umhverfis hlustendurna eða jafnvel spíralaðist í kringum þá. Stockhausen sagði sjálfur um verkið: „Þessi hljómur hreyfinga í rýminu og hraði hljóðsins varð jafn mikilvægur og tíðni, lengd og hljómur hljóðsins.“<sup>34</sup>

Síðasta dæmi um rými mynduð með hljóði er mun nýlegra en hin tvö og af ólíkum toga. Árið 2004 var stórt tónleikasvæði utandyra vígt í Chicago-borg í Illinois. Svæðið samanstendur af yfirbyggðu sviði fyrir hljómsveitir, stúku sem tekur 4.000 manns og grasflöt þar sem reiknað er með að um 7000 manns geti setið. Svæðið telur tæplega 9.000 m<sup>2</sup>.<sup>35</sup>

Á svo stóru svæði er erfitt að ná góðum hljómburði, hvað þá utandyra. Stúkan og grasflötin eru undir berum himni en net úr stálrörum myndar hvelfingu yfir svæðið. Á stálrörunum eru tugir hátalara sem dreift er um svæðið. Hljóðkerfi, sem á að skapa tilfinningu fyrir rými hjá hlustandanum, tekur við hljóðum frá sviðinu og sendir í rauntíma út í hálalarana. Þar sem hljóðkerfið sér alfarið um að flytja hlustendum hljóðið var lögð mikil áhersla í hönnun yfirbyggða hljómsveitarsvæðins á það að hljómburðurinn væri sem bestur fyrir hljómsveitina. Undir berum himni umbreytir síðan hljóðkerfið og hátalarnir hljóðum sem ættu að sleppa út í loftið, í samskonar hljóð og heyrast til að mynda í tónleikasö lum. Kerfið er hægt að stilla eftir því hvað á best við þá tónleika sem eiga sér stað á sviðinu hverju sinni.<sup>36</sup> Kammertónlist getur þannig til dæmis hljómað eins og hún sé flutt í stórra stofu og ræður eins og þær séu fluttar á stóru torgi í evrópskri borg. Þetta býður upp á nýja möguleika í flutningi og hlustun. Hljóðrýminu er í raun hægt að breyta að vild.

<sup>34</sup> Barry Blessler og Linda-Ruth Salter, *Spaces Speak, Are You Listening?*, bls. 172.

<sup>35</sup> Richard Talaske, „The Jay Pritzker Music Pavilion at Millennium Park, part 1: Design and construction“, *Acoustical Society of America Journal*, vol. 120, no. 5, pt. 1, 2006, bls. 3053.

<sup>36</sup> Jay Pritzker Pavilion, arc space.com, 2007, 29. desember 2011, <<http://www.arcspace.com/architects/gehry/pritzker/pritzker.htm>>.



Mynd 7: Jay Pritzker pavilion tónleikasvæðið í Chicago .

Fjölbreytileg hljóðrými væri hægt að skapa til að gegna ýmsum tilgangi. Rannsóknir á fólk sem þjáist af innilokunarkennd hafa sýnt að fólk finnur til minni innilokunarkenndar í rýmum þar sem veggirnir umhverfis það eru hljóðrænt „gegnsær“ og sjónrænt heilir heldur en ef því er öfugt farið, það er að segja ef veggirnir eru sjónrænt gegnsær en hljóðrænt heilir (endurvarpa miklu hljóði).<sup>37</sup> Rými sem hljóma stærri en þau í raun eru gætu því hjálpað fólk sem stríðir við innilokunarkennd. Lyftur gætu hljómað eins og fyrirlestrarsalir og fótatakið á löngum og þróngum gangi dofnað og slokknað í hljóðísogandi eftum og þar af leiðandi gert þessi litlu rými bærilegri fyrir þá sem finna oft til innilokunarkenndar.

Hvað ef við gætum fært hljóðrými eins og myndast á grasflötinni í Chicago inn í híbýli okkar?

Ímyndum okkur svefnherbergi sem er byggt upp eins og hljóðlaus klefi. Á mili fleyganna sem mynda klefann væru tugir lítila hátalara sem dreift væri jafnt um herbergið. Við stingum upptöku af miðum hveitiakri sem léttur vindur þýtur um í afspilunartækið sem tengt er við hátalara og hljóðið flytur okkur út á akurinn um leið og við lokum augunum. Hveitiöxin bærast í vindinum og róa okkur þar til við sofnum. Átta tímum síðar fer kerfið síðan aftur í gang þegar gæsir í oddaflugi fljúga framhjá rúminu og vekja okkur.

<sup>37</sup> Barry Blessing og Linda-Ruth Salter, *Spaces Speak, Are You Listening?*, bls. 20.

## *Lokaorð*

Sjón einangrar en hljóð sameinar. Sjón er háð stefnu en hljóð kemur úr öllum áttum. Sjónskynið gefur til kynna að vera utan við en hljóð skapar þá upplifun að vera innan við. Ég horfi frá mér á hlut en hljóðið kemur til míni. Augað lítur til einhvers en eyrað móttetur. Byggingar bregðast ekki við augnaráði okkar en þær endurvarpa hljóðum að eyrum okkar.<sup>38</sup>

-Juhani Pallasmaa

Það eru mikil gæði fólgin í því að höfða til allra skynfæra okkar í byggðu umhverfi. Hvert skynfæri okkar gegnir einstöku hlutverki í því að skynja umheiminn og auðga upplifanir okkar. Að höfða til skynfæranna er verðugt takmark. Saman mynda þau heild sem er meiri en summa þáttanna.

Hljóð sem berst til eyrna okkar er aldrei ósnortið af því umhverfi sem það verður til í og fer um áður en við heyrum það. Það móttast og breytist og í þeim breytingum sem eiga sér stað felast miklar upplýsingar. Við sem skynjum hljóðið túlkum síðan þær upplýsingar, vinnum úr þeim niðurstöður og bregðumst svo við þeim. Viðbrögð okkar fara alfarið eftir því hvaða upplýsingar fólust í þeim breytingum sem hljóðið tók. Þessar breytingar mættu þeir sem skapa okkar daglega umhverfi hafa betur í huga. Ef við mótaum umhverfi sem er hljóðrænt áhugavert og örvarið líkt og það sjónræna myndi það auðga daglegt líf okkar til muna. Það vekti fólk til umhugsunar um þau gæði sem fólgin eru í góðu hljóðumhverfi. Þannig myndast aftur meiri þrýstingur til þess að standa vel að verki í hönnun hljóðumhverfis. Ferillinn er með öðrum orðum sjálfstyrkjandi. Stefnum að framtíðarumhverfi sem talar til allra skynfæranna, örvar þau og miðlar til þeirra spennandi upplýsingum á framandi hátt.

---

<sup>38</sup> Juhani Pallasmaa, *The Eyes Of The Skin*, þýtt af höfundi úr ensku, bls. 49.

# *Heimildaskrá*

## *Prentaðar heimildir*

Augoyard, Jean-François og Henry Torgue, *Sonic Experience: A Guide to Everyday Sounds*, Andra McCartney og David Paquette þýddu, McGill-Queen's University Press, London, 2005.

Blesser, Barry og Linda-Ruth Salter, *Spaces Speak, Are You Listening?: Experiencing Aural Architecture*, The MIT Press, Cambridge, 2009.

Foster, Hal, *The Return of the real: The Avant-Garde at the End of the Century*, The MIT Press, Massachusetts, 2001.

Pallasmaa, Juhani, *The Eyes Of The Skin: Architecture And The Senses*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2006.

Robert Normandieu, „Timbre Spatialisation: The medium is the space“, í *Organized Sound*, vol. 14, issue. 3, 2009.

Talaske, Richard, „The Jay Pritzker Music Pavilion at Millennium Park, part 1: Design and construction“, í *Acoustical Society of America Journal*, vol. 120, no. 5, pt. 1, 2006.

Thom Holmes, *Experimental Music: Technology, Music and Culture*, Routledge, New York, 2008.

Vitruvius, *Ten Books on Architecture*, Morris Hicky Morgan þýddi, Harvard University Press, Cambridge, 1914, sótt 28. desember 2011, Project Gutenberg eBook, <<http://www.gutenberg.org/ebooks/20239>>.

## *Vefheimildir*

*Encyclopædia Britannica Online Academic Edition - Human sensory reception*, Encyclopædia Britannica Inc., 2012, sótt 11. janúar 2012, <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/534831/human-sensory-reception>>.

*Encyclopædia Britannica Online Academic Edition - Loudness*, Encyclopædia Britannica Inc., 2012, sótt 10. janúar 2012, <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/348615/loudness>>.

*Jay Pritzker Pavilion*, arcspace.com, 2007, 29. desember 2011, <<http://www.arcspace.com/architects/gehry/pritzker/pritzker.htm>>.

*Vísindavefur Háskóla Íslands - Hvað er eigintíðni?*, Háskóli Íslands, 2008, sótt 2. janúar 2012, <<http://visindavefur.is/?id=14989>>.

## *Myndaskrá*

**Mynd 1:** Ómun í vínglesi, endurómun innan rýmis og niður í sjónvarpi.

Skýringarmynd teiknuð af höfundi.

**Mynd 2:** Hljóðlaus klefi í Technische Universität, Berlín.

<[http://www.tunedcity.net/wp-content/uploads/2008/06/ista\\_akustik\\_rar.jpg](http://www.tunedcity.net/wp-content/uploads/2008/06/ista_akustik_rar.jpg)>, sótt 22. desember 2011.

**Mynd 3:** Hljóðsvæði innan og utandyra sem takmarkast ekki af efnislegum hindrunum.

Skýringarmynd teiknuð af höfundi.

**Mynd 4:** Kukulkán pýramídinn við Chichen Itzá í Mexíkó.

<[http://www.citypictures.org/data/media/232/Ancient\\_Mayan\\_Ruins\\_Chichen\\_Itza\\_Mexico.jpg](http://www.citypictures.org/data/media/232/Ancient_Mayan_Ruins_Chichen_Itza_Mexico.jpg)>, sótt 28. desember 2011.

**Mynd 5:** Sýningarskáli Philips á heimssýningunni í Brussel.

<<http://www.medienkunstnetz.de/works/poeme-electronique/>>, sótt 28. desember 2011.

**Mynd 6:** Hnattlagar sýningarskáli Stockhausen í Osaka.

<[http://www.stockhausen.org/osaka\\_70\\_1.jpg](http://www.stockhausen.org/osaka_70_1.jpg)>, sótt 28. desember 2011.

**Mynd 7:** Jay Pritzker pavilion tónleikasvæðið í Chicago .

<[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a20090814\\_Pritzker\\_Pavilion\\_on\\_Beethoven\\_9th\\_Day\\_crop.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a20090814_Pritzker_Pavilion_on_Beethoven_9th_Day_crop.JPG)>, sótt 6. janúar 2012.