

<https://doi.org/10.33112/ije.31.1.1>

Syngjandi handrið í vindi - Lýðheilsuvá

Ólafur Hjálmarsson, hljóðverkfræðingur hjá Trivium ráðgjöf.

Fyrirspurnir/Correspondence:

Ólafur Hjálmarsson
olafur@trivium.is

Í fyrsta skipti sem ég kom að syngjandi handriði var á göngubrúnni yfir Reykjanesbraut í Mjódd fyrir um tveimur áratugum. Hún söng illa í vindi og olli íbúum í nálægu hverfi verulegu ónæði. Gömlu samstarfsfélagar mínir á Línuhönnun, nú Eflu verkfræðistofu, leituðu til mín með verkefnið. Hlustun leiddi í ljós að það var handriðið sem söng svona og þá sérstaklega þegar vindátt kom undir ákveðnu horni á handriðið sem var gert úr flatjárnsrimlum.

Ég velti fyrir mér hvort um vindhörpu væri að ræða; þ.e.a.s. að vindurinn hreyfði við flatjárnsrimlunum sem geisluðu út hljóði eins og strengur í strengahljóðfæri; eða hvort bilið á milli flatjárnsrimla væri eins og opin orgelpípa. Útreikningar mínir bentu hins vegar til þess að báðar tilgátur væru ólíklegar. Niðurstaðan sem ég komst að var sú að það skipti ekki máli hvers konar hljóðfæri væri á ferðinni; það þyrfti að loka á loftstrauminn á milli rimla til þess stöðva hljóðið.

Endurbætur fóru fram með því að setja fyrst gataplötur innan á handrið brúarinnar. Sú lausn dugði ekki þar sem loftstraumurinn hélt áfram á milli handriðsrimla. Að síðustu var því farið í að loka loftbilinu á milli flatjárnsrimla með plexigleri. Þá þagnaði loks söngur brúarinnar í vindi og íbúar gátu sofið rólegir.

Síðan þetta var hef ég nokkrum sinnum fengið sambærileg verkefni inn á borð til mín: Handrið á svölum á fjölbýlishúsi á Norðurbakka í Hafnarfirði og í Helgafellslandi í Mosfellsbæ sem stóðu áveðurs; handrið við gönguleið á þaki hjúkrunarheimilis á Seltjarnarnesi; handrið sem stóð á jörðu niðri við Búsetablokk á Keilugranda; til að nefna nokkur dæmi. Í öllum tilvikum ráðlagði ég að loka fyrir loftstrauminn á milli flatjárnsrimla sem dugði til að leysa málin. Tíðnigreining samstarfsfélaga míns, Þóris Hrafns Harðarsonar verkfræðings, á tónupptöku frá Keilugranda gaf á sínum tíma $f = 1600$ Hz sem er í tónhæð um þrístrikað g (g'''). Við um 10°C lofthita er hljóðhraði í lofti um $c = 337$ m/s. Útreikningar gefa því bylgjulengd:

$$\lambda = c/f = (337 \text{ m/s}) / (1600 \text{ Hz}) = 0,211 \text{ m}$$

Við undirbúings erindis fyrir ráðstefnu á vegum Verkfræðingafélags Íslands þann 28. febrúar 2024 rann loks upp fyrir mér hvaða hljóðfæri hér væri á ferðinni.

Flatjárnshandrið áveðurs eru flauta. Skarpar brúnir flatjárnsins mynda hvirfla þegar vindur blæs. Í fyrsta bili sveiflast hvirfillinn inn á við og springur; í næsta bili út á við og springur; í þarnæsta bili inn á við og springur; o.sv.frv. Þannig myndast hreinn tónn; sínusbylgja með bylgjulengd sem er jöfn tveimur bilum á milli flatjárnsrimla:

$$\lambda = 2*b = 2*0,09 \text{ m} = 0,18 \text{ m}$$

Ég gerði grein fyrir þessari niðurstöðu á ráðstefnunni. Glöggir lesendur sjá að framangreindir útreikningar á bylgjulengd falla ekki alveg saman.

Á haustmánuðum 2024 var ég kallaður í útvarpsþáttinn Reykjavík síðdegis á Bylgjunni til þess að ræða óþægilegan flaututón (draugablístur) í Laugarneshverfi í Reykjavík, sem truflaði fólk og hélt fyrir því vöku. Að sögn íbúanna virtist hljóðið koma frá nýbyggingum á Kirkjusandi. Ég benti á að öllum líkindum væri um flatjárnshandrið að ræða og eina lausnin sem ég þekkti væri að stöðva loftstrauminn á milli rimla. Farið var í einhverjar endurbætur. Málið skaut síðan aftur upp kollinum í hvassviðri dagana fyrir 5. júní 2025. Kristófer Helgason á Bylgjunni hafði samband og spurði mig hvort ég væri ekki "ghostbuster" og við hlógum báðir. Hugrún Halldórsdóttir samstarfskona Kristófers á Bylgjunni hafði tekið upp tónðæmi af óþægilega tóninum sem ég fékk í hendur. Ég settist við píanóið og komst að því að tónninn reyndist heldur hærri en áður er sagt eða þrístríkað b (b''') sem er um $f = 1865 \text{ Hz}$. Víkingur Heiðar Ólafsson píanóleikari staðfesti þessa greiningu. Viðkomandi eigintónn hefur bylgjulengd:

$$\lambda = c/f = (337 \text{ m/s}) / (1865 \text{ Hz}) = 0,181 \text{ m}$$

Mæling á flatjárnshandriði á svölum við Hallgerðargötu á Kirkjusandi gaf (sjá mynd 1):

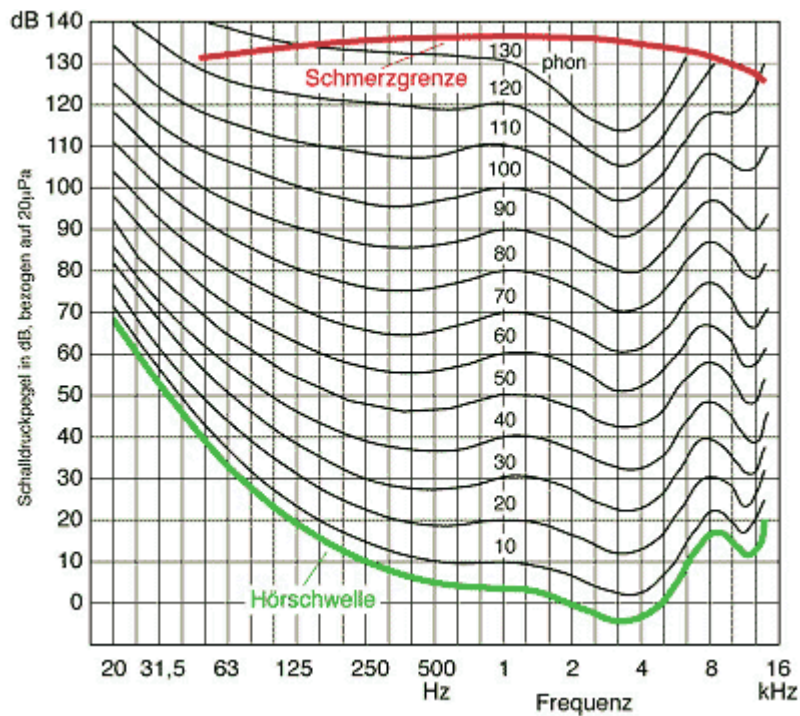
$$\lambda = 2*b = 0,183 \text{ m}$$

Skýringin er því fundin og tilgátan sönnuð.



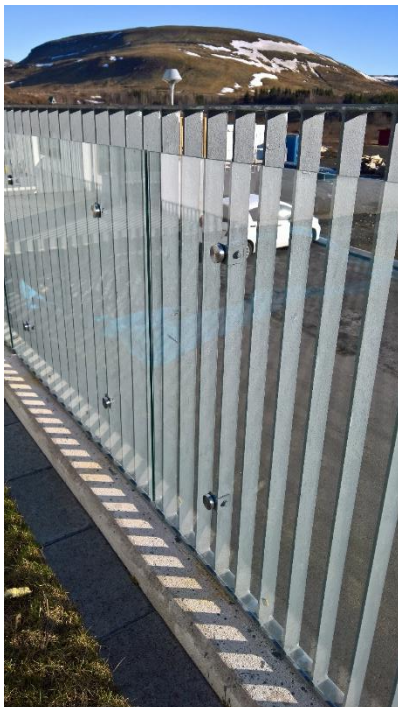
Mynd 1. Ljósmynd af tommustokk við svalahandrið í Hallgerðargötu á Kirkjusandi.

Þau flatjárnshandrið sem hér eru til umræðu eru lýðheilsuvá. Þegar þau flauta í vindi trufla þau íbúa og svefn þeirra. Það verður því að fara varlega þegar flatjárnshandrið eru notuð og ráðast í mótvægisáðgerðir strax til þess að koma í veg fyrir „draugaflautið“. Hreinir tónar í truflandi hljóði eru sérstaklega óþægilegir. Þá liggur eigintónninn mjög hátt í tónsviðinu; þar sem eyrað er hvað næmast (sjá mynd af jafnstyrkleikakúrfum heyrnarinnar). Tónhæðin er nærri tíðni í ung barnagráti og því sérstaklega truflandi.



Mynd 2. Jafnstyrkleikakúrfur mannsheyrnarinnar. Þær eru þannig fengnar að spilaður er 1000 Hz tónn (c") og annar tónn spilaður og spurt hvenær tónarnir virðast jafnháir. Eins og kúrfurnar sýna er heyrnin sérstaklega næm á bilinu 2000 til 4000 Hz.

Á ljósmyndinni hér að neðan er sýnd möguleg lausn til þess að koma í veg fyrir að flatjárnshandrið flauti í vindi.



Mynd 3. Möguleg lausn til þess að koma í veg fyrir að flatjárnshandrið flauti í vindi. Glerplata fest með stálfestingum við handrið.

Markmið þessarar greinar er að vara menn við og benda á mögulega lausn ef flatjárnshandrið fara að láta illa í vindi. Þegar svalir eru áveðurs er öruggari lausn að nota sívala stálteina í svalahandrið. Þeir hegða sér betur í vindi og mynda ekki þá háværðu hvirfla sem hér eru til umræðu.