

RUNKOÄÄNIEN ERISTYSMATERIAALIT HELSINGIN METROSSA

Mats Backholm

Rakenteiden Mekaniikka, Vol. 24

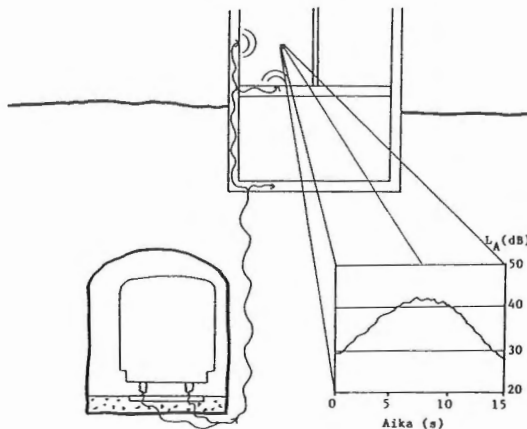
Suomen Akustiikkakeskus Oy

No 1 1991, ss. 79 - 82

TIIVISTELMÄ: Metrojunan kulku tunnelissa synnyttää kallioon tärinää, joka etenee läheisten rakennusten runkoihin ja voi aiheuttaa meluhaittoja niiden asunnoissa. Yleisin metron runkomelun vähentämiskeino on sijoittaa joustava eristyskerros ratasepelin ja kallion väliin. Tähän soveltuvien eristysmateriaalien arvioimiseksi on kehitetty testi- ja laskentamenetelmä, jolla on verrattu Helsingin metroon ehdoilla olevia materiaaleja.

RUNKOÄÄNIHAITTA JA VAATIMUKSET

Metrojunan kulku tunnelissa synnyttää kalliossa etenevää värähtelyä. Tämä on voimakkuudeltaan selvästi ihmisen tärinähavaintokynnyksen alapuolella, mutta voi rakennuksissa aikaansaada runkomelua, joka on korvalla aistittavissa. Kuva 1 havainnollistaa tilannetta. Melukäyrä on mitattu eräästä asunnosta metrojunan ohituksen aikana.



Kuva 1.

Metrojunan aiheuttama runkomelua.

Runkoäänien haitan kriteerinä käytetään S-aikapainotetun äänitason enimmäisarvoa. Metron uusilla rataosuuksilla pidetään tavoitteena, ettei tämä ylittäisi 35 dB asunnoissa, minkä seurauksena tarvitaan runkomelun vähentämiseen tähtäviä toimenpiteitä lähes koko rakenteilla olevalla Kamppi-Ruoholahti-rataosuudella.

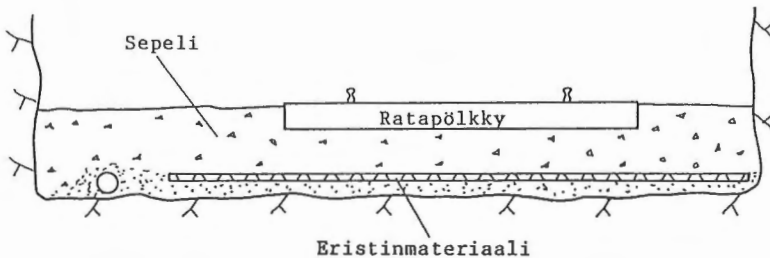
RUNKOÄÄNIEN VÄHENTÄMISTOIMENPITEET

Runkoäänien alkulähde on pyörän ja kiskon kosketuksen epätasaisuuksissa, joten pyörien ja kiskojen tasaisuudesta on huolehdittava. Vaihteet voivat vielä aiheuttaa ylimääräisiä kolahduksia. Erikoistapauksissa voidaan käyttää hiljaisia erikoisvaihteita.

Rakennusten suhteen ei voida tehdä suuressa mittakaavassa paljonkaan, jos ne ovat jo olemassa. Uudisrakennusten osalta asuintilojen sijoittaminen ylös auttaa aluksi 2-3 dB/kerros. Hyvin vaativissa tapauksissa joudutaan koko rakennus sijoittamaan joustaville eristimille.

Yleisin tapa on joustavan eristyksen teko radan rakentamisen yhteydessä. Eristys voi tällöin sijaita kiskon, ratapölkyn, sepelin tai erillisen raskaan betonipohjan alla. Eristystulos on yleensä sitä parempi, mitä suurempi sen päällä oleva massa on. Eniten käytetty eristystapa muualla lienee joustavan eristysmaton käyttö sepelin alla (kuva 2). Tällöin ratarakenne säilyy muilta osin normaalina. Tähän ratkaisuun on myös päädytty Kamppi-Ruoholahti-välillä, jossa runkomelun alentamistarve on luokkaa 10 dB, jottei tavoitearvo 35 dB ylittyisi.

Kuva 2.
Eristys
sepelin
alla.



SEPELINALUSMATOT (Ballast Mats, Unterschottermatten)

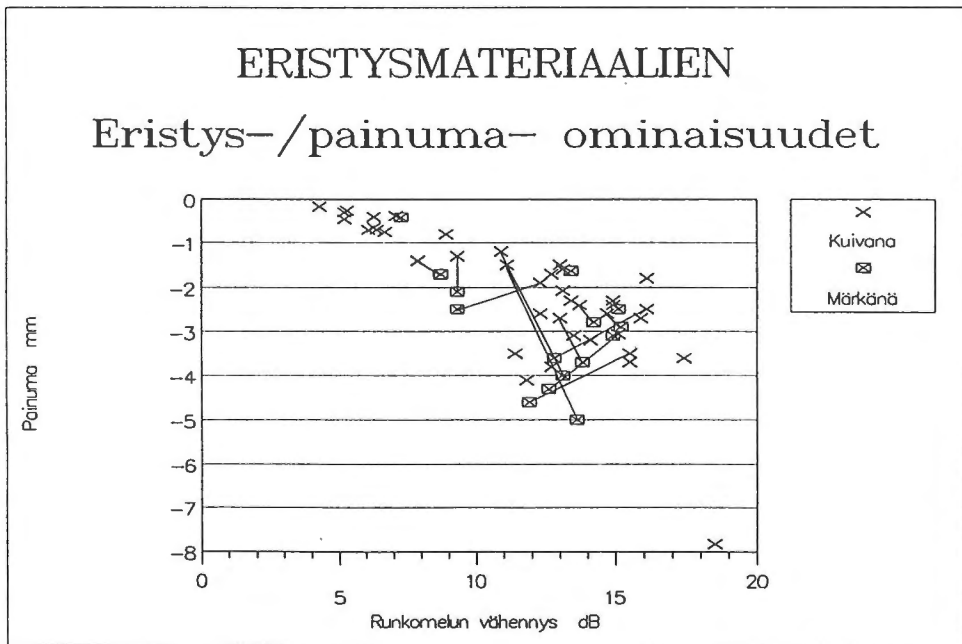
Jotta sepelin alle sijoitettavalla eristinmatolla saavutettava tulos olisi laskettavissa, tarvitaan materiaalin dynaamista jousivakiota erityisesti taajuusalueella 100-200 Hz. Useimmat valmistajat ilmoittavat jousivakion vain jollakin alhaisella taajuudella, joissakin tapauksissa vain staattisen jousivakion. Yhtenäisen materiaaliveikailun mahdollistamiseksi on kehitetty testimenetelmä /viite 1/, jolla on testattu suuri joukko erilaisia materiaaleja.

Ratarakenteesta on muodostettu laskentamalli /viite 2/, johon on sijoitettu testissä saadut materiaalien dynaamiset ominaisuudet (jousivakio ja häviökerroin taajuuden funktiona). Mallilaskennan tulossuurena saadaan värähtelyn ns. lisäsvaimennus (insertion loss) taajuuden funktiona kulle-

kin eristysmateriaalille. Kun tätä käyrää sovelletaan vuorostaan asuntojen runkomelun tyyppispektriin (keskiarvoseasta lähteestä ja mittauksesta) saadaan lasketuksi vaikutus äänitasoon.

Sepelinalusmatto eristää radan värähtelyjä ja vähentää runkomelua sitä paremmin mitä pehmeämpi se on. Toisaalta pidetään junan kulun stabiilisuuden kannalta varmuusrajana, ettei kisko saisi painua 3 mm enempää täydessä kuormassa olevan junan alla. Painuma määräytyy hyvin hitaan liikkeen (lähes staattisen) jousivakion perusteella, jossa materiaalit valitettavasti aina ovat pehmeämpiä kuin runkoääni-
taajuuksilla. Eri materiaaleissa näiden kahden jousivakion suhde voi olla erilainen. Materiaali, jonka runkoääni-
taajuinen jousivakio on lähempänä staattista, on parempi. Sen avulla saadaan enemmän eristystä samalla painumalla tai sama eristys pienemmällä painumalla.

Kuva 3 esittää materiaalitestien lopputulosta. Nähdään, että kymmenkunta testattua materiaalia täyttää Kamppi-Ruoholahti-rataosuuden vaatimukset: runkomelun vähennys vähintään 10 dB painuman pysyessä alle 3 mm.



Kuva 3. Materiaalitestien lopputulokset.

Eräät materiaalit testattiin myös märkinä, koska oli rakenteen perusteella pelättävissä, että ne imevät vettä, joka muuttaa niiden ominaisuuksia. Samojen materiaalien kuiva- ja märkätulokset on yhdistetty viivoilla kuvassa 3. Kohtalokkain märkätesti oli erimerkkisille mineraalivillanäytteille. Ne menettivät märkinä osan kantokyvystään niin, että painuma kasvoi, ja kovenivat samanaikaisesti dynaamisesti, minkä seurauksena eristys huononi.

Tyypillistä useimmille testatuille materiaaleille oli alhainen jousivakio yhdistettynä suhteellisen suureen häviökertoimeen (0.1-0.25). Tämän perusteella niillä voisi olla muitakin hyviä sovellutuskohteita rakenteiden ja koneiden värähtelyjen ja runkoäänien eristämistyössä.

LÄHDELUETTELO

- /1/ Backholm M., Damping Properties of Vibration Isolators and their Influence on Transmissibility. NAM 1988.
- /2/ Kurze U. J., Wettschureck R., Einfügungsdämmass von Unterschottermatten. Acustica vol. 58 1985.

Mats Backholm, Suomen Akustiikkakeskus Oy