

# PUHELIMEN VÄRINÄHÄLYTYKSEN MITOITUKSEN OPTIMOINTI -- TUTKIMUSHAASTEITA

**Jukka Linjama**

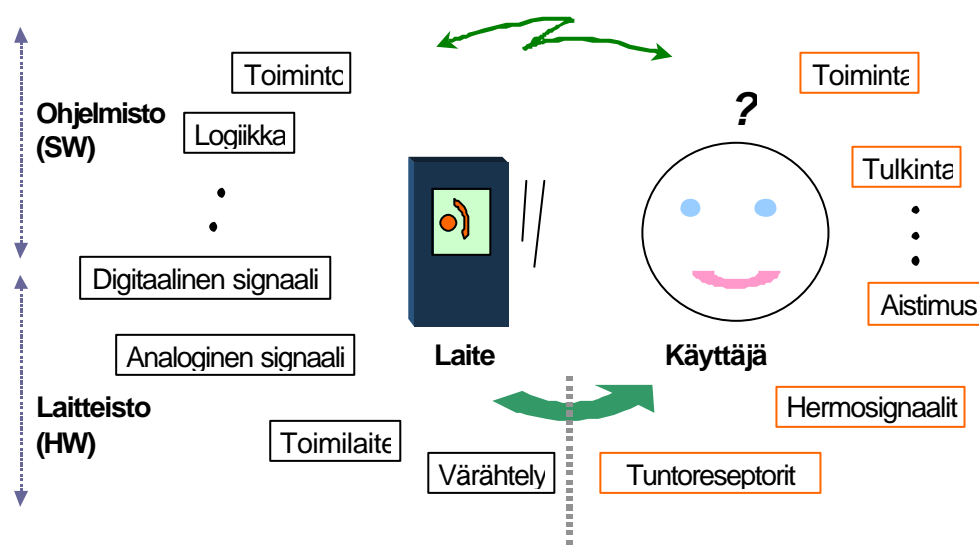
Nokia Matkapuhelimet  
PL 407, 00045 NOKIA GROUP, Helsinki  
sähköposti: jukka.linjama@nokia.com

## 1 JOHDANTO

Matkapuhelimien hälytysäänien yleisyys ja samalla valitettavasti myös häiritsevyys lisääntyy jatkuvasti. Käyttäjät arvostavat äänetöntä hälytystä, jonka värinäähälytys tarjoaa. Ongelmana on värähtelyn huono havaittavuus joissakin käyttötilanteissa. Toisaalta värinä voi joskus olla myös häiritsevää. Nykyään puhelimessa värähtelylähteenä on pieni epäkeskomoottori. Tätä komponenttia ja mekaanista suunnittelua yleensä voi optimoida värähtelymielessä monen tekijän suhteen. Lisäksi uudet aktuaattoritekniikat tuovat mukanaan mahdollisuuksia. Tässä esityksessä kuvataan tutkimustarpeita ja haasteita joita kohdataan värinäähälyttimen mitoituksessa.

## 2 LÄHESTYMISTAPA: KÄYTTÄJÄLÄHTÖINEN SUUNNITTELU

Hälytystoiminnon käyttäjälähtöisessä suunnittelussa lähtökohtana on ihmisen havaitseminen, tärinätunto. Optimintapauksessa teknologia valitaan ja mitoitetaan niin että käyttäjän kokemus on keskimäärin hyvä eri käyttötilanteissa. Suunnittelutehtävä on samankaltainen kuin esimerkiksi akustisessa suunnittelussa tuotteen äänenlaadun määrittely ja arviointi [1]. Tietämystä tarvitaan siis sekä ihmisen havaitsemisesta että käyttökelpoisista toteutusteknologioista. Kuva 1 pyrkii havainnollistamaan tarvittavan tietämyksen eri osa-alueita suunnittelijan kannalta.



Kuva 1. Hahmottelu värinäähälytystoiminnon teknisistä ja inhimillisistä tekijöistä.

### 3 TEKNOLOGIA

#### 3.1 Toimilaite

Nykyisin värinähälytyksen tuottaa pieni epäkeskolla varustettu sähkömoottori (kuva 2). Toimilaite on alkujaan peräisin henkilöhakulaitteista, ja on vakiintunut massatuotantoon soveltuvaksi. Epäkesko tuottaa suhteellisen suuren voiman, mutta amplitudin säätö ei ole mahdollista. Myöskään taajuuden (kierrosluvun) asetus ei ole kovin tarkka.

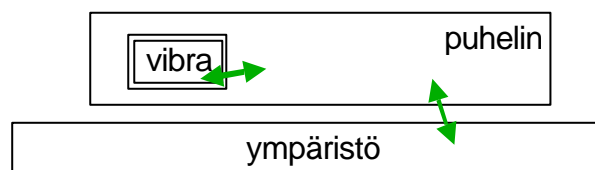


Kuva 2. Värinäkomponentti: sähkömoottori ja epäkesko.

Vaihtoehtoisia toimilaitteita on markkinoilla, esimerkiksi kaiuttimen tyyppiset liikkuvan magneetin komponentit. Näiden etuna on pyöriviin moottoreihin verrattuna parempi herätteen säätö.

#### 3.2 Mekaniikan mallinnus

Värähtelyn siirtymistä puhelimesta ihmiseen voidaan tarkastella yleisellä tasolla kolmen osasysteemin järjestelmänä: värinäkomponentti, puhelin, ja ympäristö (kuva 3). Haasteena on osien ja niiden kytkennän parametrien valinta ja määrittäminen. Tarvitaan eri tasoisia idealisointeja. Yksinkertaisin ideaalitapaus on olettaa heräte vakiovoimaksi, puhelin jäykäksi kappaleeksi ja sen tuenta ympäristöön hyvin joustavaksi (vapaa kiinteä kappale). Mallinnustehtävää on kuvattu tarkemmin viitteessä [2].



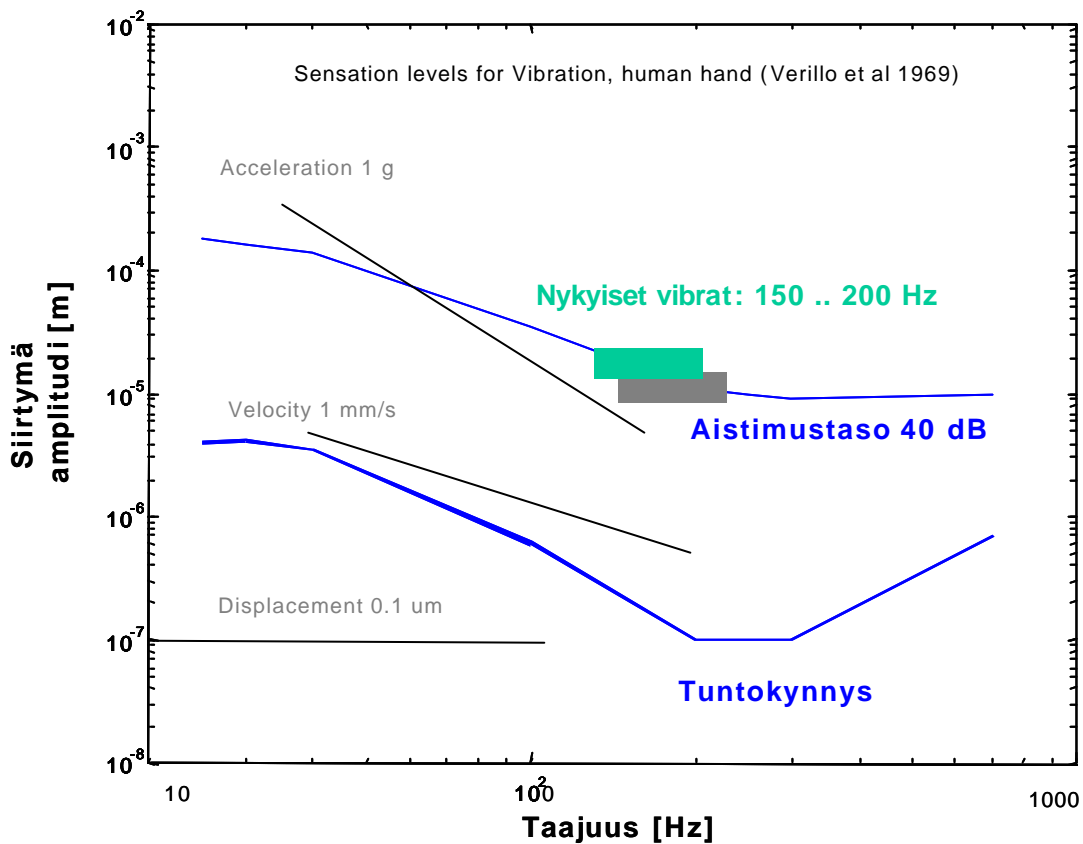
Kuva 3. Mallinnuslähestymistapa värähtelyn siirtymisestä. Kolme osasysteemiä ja niiden vuorovaikutus.

### 4 IHMISEN AISTIMINEN

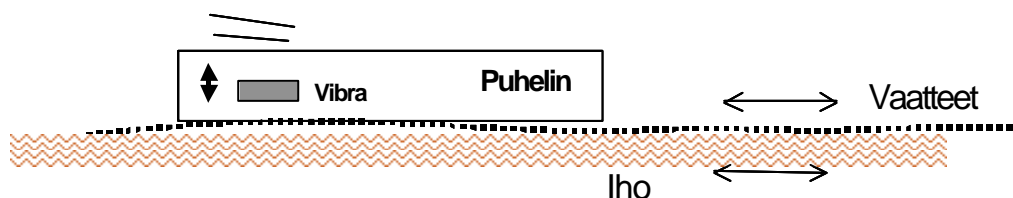
Värähtelyn aistimista koskevia kysymyksiä ovat esimerkiksi: Mikä on paras fyysikaalinen suure kuvaamaan värinähälytyksen voimakkuutta – puhelimen keskimääräinen siirtymä, värähtelynopeus, vai kiihtyvyys? Jos epäkeskomoottorin taajuus muuttuu, miten paljon muuttuu koettu voimakkuus? Miten vaikuttaa puhelimen koko ja muoto?

Ihmisen värähtelytuntoa käsittelevästä kirjallisuudesta löytyy tietoa eniten käden tuntoaistista. Tätä tietoa voi käyttää mitoituksen yhtenä lähtökohtana. Kuvaan 4 on koottu käden tuntokynnyksen ja aistimuksen vakiovoimakkuuden taajuusriippuvuuskyriä [3]. Näihin käyriin voidaan verrata nykyisin käytössä oleva värinähälytyksen voimakkuutta. Havaitaan, että tämä vastaa noin 40 dB aistimustasoa kädessä.

Vastausta voi hakea myös ihmiseen kohdistuvan haitallisen tärinän standardeista. Käsitärinän mittauksen standardeissa [4,5] käytetty taajuuspainotus on itse asiassa kiihtyvyyden integrointi nopeudeksi ja kaistanrajoitus välille 8 Hz - 1000 Hz. Tämä antaisi viitteitä sille, että puhelimen värähtelynopeus olisi myös aistimusta vastaava suure. Kuvassa 4 oleva käden 40 dB vakioaistimustaso matalilla taajuuksilla näyttää myös likimäärin seuraavan vakionopeuskäyrää.



Kuva 4. Ihmisen käden värähtelytuntokynnyksen ja vakioaistimuksen taajuusriippuvuuksia.



Kuva 5. Värähtelyn välittyminen puhelimesta käytännössä.

Useimmiten kuitenkin puhelinta ei pidetä kädessä, vaan hälytystoiminto pitäisi olla havaittavissa erityyppisissä käyttötilanteissa, kuten taskussa, vyöpidikkeessä, käsilaukussa jne. Kontakti ihoon voi olla siis hyvin löyhä (kuva 5).

## 5 OSISTA KOKONAISUUTEEN

Kuvassa 1 hahmotellun kokonaisuuden hallitsemiseksi tarvitaan tietämystä laajalta alueelta. Tässä esityksessä on rajoitettu lähinnä kuvan alimpiin osiin, värähtelymekaniikkaan ja värähtelyntuonon. Käytännössä tietenkin kokonaisuus ratkaisee: teknologian puolella suunnittelun spesifikaatiot on vietävä sekä laitteistatason että ohjelmiston eri kerroksille. Käyttäjän puolella eri aistikanavia pitkin välittyvä kokonaisvaikutelma ratkaisee.

Kokonaisvaikutelmaa – ja erityisesti sen osia – voi selvittää käyttäjätesteillä. Tuntoaistin osalta voidaan selvittää esimerkiksi, miten hyvin voimakkuudeltaan tai taajuudeltaan erilaiset värinähälytykset havaitaan eri käyttötilanteissa. Koesuunnittelussa pohjatietona on yleinen psykofysiikka ja havaitsemispsykologia. Testit on kuitenkin räätälöitävä vastaamaan mahdollisimman tarkasti ja relevantisti käytännön kysymyksiin.

Edellisessä luvussa esitettyyn kysymykseen värähtelyn voimakkuuden kuvaamiseksi on tehty alustavia käyttäjäkokeita. Puhelimen kokoisella testikappaleella (jigillä) tehtiin subjektiivinen vertailutesti käyttäen eri taajuisia ja suuruisia värinähälytyssignaaleja. Alustavat tulokset viittaavat siihen, että oletus subjektiivisen voimakkuuden vastaavuudesta puhelimen värähtelynopeuden kanssa pitää paikkansa useissa käyttötilanteissa.

## 6 YHTEENVETO

Käyttäjälähtöisessä suunnittelussa teknologia pyritään optimoimaan käyttäjän tarpeiden mukaan. Esimerkkinä on ollut matkapuhelimen värinähälytystoiminto. Värinää voi käyttää hälytystoiminnon lisäksi yleisemmin tuntopalautteena, esimerkiksi peleissä. Voidaan puhua *tuntopalautteen muotoilusta*, joka on vielä laajempi kenttä kuin hälytystoiminnon suunnittelu. Menestyksekkäs muotoilu käyttää hyväkseen tietämystä sekä ihmisen havaitsemisesta että käyttökelpoisista toteutusteknologioista. Kummallakin osa-alueella tarvitaan sekä fokuoituja teoreettista ymmärrystä että kokeellista työtä.

## LÄHTEET

1. Lyon, R. H. (2000). *Designing for product sound quality*. Markel Dekker Inc, New York, 2000.
2. Linjama, J & Kärkkäinen, L. Modelling and characterization of vibrating alerts. *Proceedings of Nordic Vibration Research 2001*. Stockholm, Sweden, 11-12 May 2001. Scandinavian Vibration Society. 7 p.
3. Verillo, R T, Fraioli, A J, & Smith, R L. (1969). Sensation magnitude of vibrotactile stimuli. *Perception and psychophysics*, 6, 366 – 372.
4. ISO 5349 – 1986 (E). Mechanical vibration – Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration. International organization for standardization, 1995
5. ISO 8041 : 1990 (E). Human response to vibration – Measuring instrumentation. International organization for standardization, 1995