

Sallitut/tarvittavat välineet: muistiinpanovälineet, MAOL-taulukkokirja, tavallinen funktiolaskin, opiskelijakortti tai henkilöllisyystodistus. Ei muita kirjoja, muistiinpanoja, kannettavia tietokoneita/PDA-laitteita. Jokainen jättää vastauspaperin, vaikka siinä olisi vain nimi ja opiskelijanumero. Muista kuittaus läsnäololistaan. Maksimipisteet 30 p. Arvosanan määräytyminen: 1: 15 p, 2: 18 p, 3: 21 p, 4: 24 p, 5: 27 p.

TEE KAIKKI 5 TEHTÄVÄÄ.

1. Auditoriossa on 500 istuinta ja absorptioala on 500 m^2 . Jokaisen istuimen alle sijoitetaan yksi tuloilmaventtiili. Yksittäisen venttiilin äänitehotaso ilmavirralla 30 l/s on 40 dB (laboratorioarvo). Kuinka suuri ilmavirta voidaan venttiilistä tuoda auditorioon, jotta korkein sallittu äänenpainetaso 20 dB ei ylittyisi? Vihje: Laske kokonaisäänitehotasolle muodostuva vaatimus, yksittäiselle venttiilille muodostuva vaatimus ja sovelta virtausmelun äänitehotason yleistä yhtälöä. Laskennassa voidaan olettaa huoneeseen diffuusi äänikenttä. 6p.

2. Vastaa kysymyksiin sanallisesti ja täydennä tarvittaessa kuviolla tai kaavalla:

- Mikä on levyrakenteen koinsidenssitaajuus, millä ehdolla se tapahtuu ja miten se vaikuttaa ilmaääneneristykseen. 1p.
- Luettele vähintään neljä oppikirjassa käsiteltyä tekijää, jotka parantavat kaksinkertaisen levyseinärakenteen (levy, kaviteetti ja tukirangat, levy) ilmaääneneristävyyttä. 1p.
- Miten askeläänitaso L_n mitataan? 1p.
- Määrittele, mitä tarkoittaa referenssisignaali aktiivisessa meluntorjunnassa? 1p.
- Miten askeläänitason paranema DL mitataan ja mikä on askeläänitason parannusluku ΔL_w ? 1p.
- Kaavakuvassa lukee julkisivurakenteen kohdalla $\Delta L_{35\text{dB}}$. Mitä se tarkkaan ottaen tarkoittaa? 1p.

3. Säätopellillä (IRIS 100, sivu 2) halutaan tuottaa 70 Pa painehäviö ennen poistoilmalaitetta (KSO 100), jolloin ilmavirraksi muodostuu 30 l/s . Huoneen absorptioala on 10 m^2 kaikilla oktaavikaistoilla. Laskelmat tehdään oktaavikaistojen $63\text{-}2000 \text{ Hz}$ pohjalta. Melulaskelmissa tarkastellaan vain säätopellin ja poistoilmalaitteen virtausmelua.

- Laske pelkästään säätopellin aiheuttama kokonaisäänitaso L_{pA} huoneeseen, kun poistoilmalaitteen painehäviö on 60 Pa . Poistoilmalaitte on seinäpinnalla. 4p.
- Miten suurta äänenvaimennusta edellytetään ennen päätelaitetta sijoitettavalta lisä-äänenvaimentimelta (minimivaimennustarve oktaaveittain), jos halutaan, että säätopellin melu korottaa huoneeseen syntyvää kokonaisäänitasoa L_{pA} korkeintaan 0.5 dB (eli vaikutus lähes mitätön)? Väite osoitettava laskelmin. 2p.

4. a) Hakepolttolaitoksella käytetään murskainta, jonka äänitehotaso on käynnin aikana 120 dB . Murskain ($2 \times 2 \times 2 \text{ m}$) sijaitsee ulkona noin 2 m korkeudella maan pinnasta kaukana taloista. Laitte käy vuorokauden ympäri ja säteilee äänen tasaisesti kaikkiin suuntiin. Millä etäisyydellä murskaimesta melutason raja-arvo toteutuu? Ympäristö on avointa ja tasaista. Tehtävä käsittelee oktaavikaistaa 1000 Hz eikä muita taajuuksia tarkastella. Ympäristömelun raja-arvo on $L_{\text{eq},24\text{h}} = 50 \text{ dB}$. Melutasoa tarkastellaan 2 m maan pinnalta. Maan pinta on kova. 3p.

b) Murskain onkin toiminnassa vain tunnin päivässä. Miten tämä vaikuttaa 24 h ekvivalenttiin äänitehotasoon ja etäisyyteen, jossa raja-arvo toteutuu? 3p.

5. Tiloja erottavat rakenteet kuten julkisivut koostuvat usein monesta rakennusosasta kuten seinästä, ikkunasta, ovesta ja ilmanvaihtaukosta. Yhteisääneneristävyydellä tarkoitetaan usean rakennusosan yhdessä muodostaman rakenteen ääneneristävyyttä. Johda yhteisääneneristävyyden laskentayhtälö (alla). 6p.

$$R_{\text{yhteis}} = 10 \lg \frac{\sum_i S_i}{\sum S_i 10^{-R_i/10}}$$

missä R_i on rakennusosan i ilmaääneneristävyys [dB] ja S_i on rakennusosan i pinta-ala [m^2].

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_i	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1

$$L_p = L_w + 10 \log_{10} \left[\frac{k}{\Omega r^2} + \frac{4}{A} \right]; L_w = 10 \lg S + 10 \lg v^n + L_0;$$

