

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 määrittäminen: 1: 15 p, 2: 18 p, 3: 21 p, 4: 24 p, 5: 27 p.

TEE KAIKKI 5 TEHTÄVÄÄ.

1. Auditoriossa on 300 istuinta ja absorptioala on 300 m^2 . Jokaisen istuimen alle sijoitetaan yksi tuloilmaventtiili. Kustakin tuodaan auditorioon sama ilmamäärä. Yksittäisen venttiilin äänitehotaso ilmavirralla 20 l/s on 40 dB (laboratorioarvo). Kuinka suuri ilmavirta voidaan kustakin venttiilistä tuoda auditorioon, jotta korkein sallittu äänenpainetaso 20 dB ei ylittyisi? Vihje: Laske kokonaisäänitehotasolle muodostuva vaatimus, yksittäiselle venttiilille muodostuva vaatimus ja sovelle virtausmelun äänitehotason yleistä yhtälöä. Laskennassa voidaan olettaa huoneeseen diffuusi äänikenttä. 6p.

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

- Mikä on massa-ilma-massa-resonanssitaajuus, millä rakenteella se tapahtuu, ja miten se vaikuttaa rakenteen ilmaääneneristykseen. 1p.
- Luettele kolme oppikirjassa käsiteltyä tekijää, jotka parantavat yksinkertaisen ilmaääneneristävyyttä koinsidenssitaajuuden yläpuolella. 1p.
- Miten huoneen puheensirtoindeksin STI määrittämiseksi pitää tietää? 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. Huoneesta (10 m^2 -Sab) poistetaan ilmaa poistoilmalaitteella (KSO 100, sivu 2). Säätopellillä (IRIS 100, sivu 2) halutaan tuottaa 70 Pa painehäviö ennen poistoilmalaitetta, jolloin ilmavirraksi muodostuu 30 l/s . 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 $L_{eq,24h} = 50 \text{ dB}$. 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.

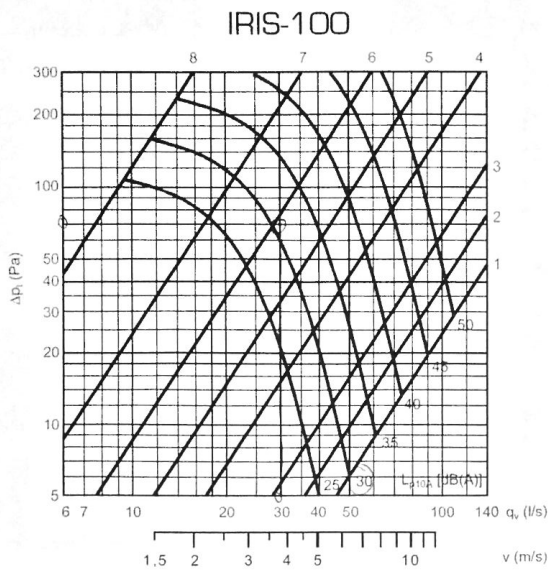
5. Tiloja erottavat rakenteet kuten julkisivut koostuvat usein monesta rakennusosasta kuten seinästä, ikkunasta, ovesta ja ilmanvaihtoaukosta. Yhteisääneneristävyydellä tarkoitetaan usean rakennusosan yhdessä muodostaman rakenteen ääneneristävyyttä. Johda yhteisääneneristävyyden laskentayhtälö (alla).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

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

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

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

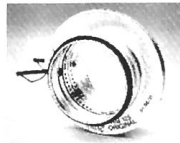


Kuva 1. IRIS 100 Lp10A arvot.

Äänen tehotaso L_w

IRIS	KORJAUS K_{okt} (dB)							
	Oktaavikaistan keskitäajuus (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
80	10	16	12	9	5	-1	-6	-23
100	25	21	16	9	4	-6	-12	-25
125	17	17	13	7	1	-4	-6	-17
150	21	20	14	8	0	-6	-16	-29
160	19	18	14	6	-1	-6	-13	-25
200	20	17	12	5	-2	-5	-14	-26
250	16	12	8	3	1	-4	-17	-32
315	24	12	5	0	1	-2	-13	-27
400	15	9	6	2	-1	-4	-9	-13
500	14	7	4	1	-1	-4	-8	-11
630	15	7	3	2	-1	-5	-9	-11
800	9	5	3	3	-1	-6	-10	-13
Tol ±	6	3	2	2	2	2	2	3

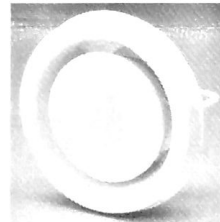
Taulukko 1. IRIS peltien oktaavikorjaustermit.



$L_{w,okt} = L_{p10A} + K_{okt}$

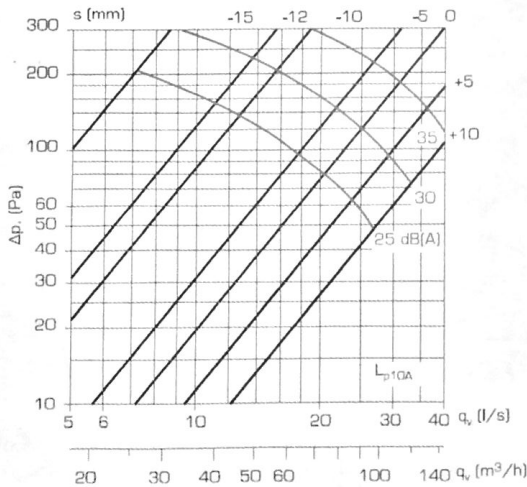
Äänenvaimennus ΔL

KSO	Äänenvaimennus ΔL							
	Oktaavikaistan keskitäajuus Hz							
KSOS	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100	23	18	14	12	12	14	5	6
125	21	17	12	11	12	11	7	6
160	19	14	12	11	11	14	5	7
200	15	13	11	11	13	12	7	7
Tol ±	6	3	2	2	2	2	2	3



Taulukko 2. Poistoilmalaitteen KSO 100 äänenvaimennusarvot

KSO-100



Kuva 2. KSO äänenpainetaso

Äänen tehotaso L_w

KSO	Korjaus K_{okt} , dB						
	Oktaavikaistan keskitäajuus Hz						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
KSOS	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100	-2	1	1	0	-5	-9	-23
125	-3	-2	-1	-4	0	-8	-24
160	1	-3	-1	2	-8	-12	-25
200	-1	-3	-4	2	-4	-9	-26
Tol ±	3	2	2	2	2	2	3

Taulukko 3. KSO korjaustermit.

$L_{w,okt} = L_{p10A} + K_{okt}$