

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 kiittävästi 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. Konserttisaliin tulee 200 tuloilmaventtiiliä. Venttiilin äänitehotaso ilmavirralla 30 l/s on 35 dB (250 Hz). Salin huoneabsorptio on 300 m²-Sab. Kuinka suuri ilmavirta voidaan venttiilistä tuoda saliin, jotta korkein sallittu äänenpainetaso 28 dB ei ylittyisi salissa?

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

- Luettele 3 asiaa, jotka vaikuttavat kuulonsuojaimella saavutettavaan melunvaimennukseen työskenneltäessä teollisuusympäristössä. 1p.
- Luettele 3 asiaa, joiden ääntä vaimentava vaikutus pitää aina huomioida rakennusta palvelevan ilmanvaihtolaitoksen puhaltimen äänitasolaskelmissa. Äänenvaimennin ei kelpaa vastaukseksi. 1p.
- Mikä on levyrakenteen koinsidenssitaajuus, millä ehdoin se tapahtuu ja miten se vaikuttaa ääneneristykseen. 1p.
- Selitä, mitä tarkoittaa referenssisignaali aktiivisessa meluntorjunnassa. 1p.
- Mikä on virtausresistiivisyys ja mihin suuretta tarvitaan? 1p.
- Kaavakuvassa lukee julkisivurakenteen kohdalla ΔL_{35dB} . Mitä se tarkkaan ottaen tarkoittaa? 1p.

3. Sääteopellillä (IRIS 100) halutaan tuottaa 70 Pa painehäviö ennen päätelaitetta (KSO 100), jolloin ilmavirraksi muodostuu 30 l/s.

a) Laske sääteopellin äänitaso L_{pA} huoneeseen, kun päätelaitteen painehäviö on 60 Pa. Päätelaite on seinäpinnalla. Huoneen absorptioala on 10 m² kaikilla oktaavikaistoilla. Laskelmat tehdään oktaavikaistojen 63-2000 Hz pohjalta. Sivulla 2 on esitetty tuotteiden melutietoja. 4p.

b) Minkälainen äänenvaimennin tarvitaan ennen päätelaitetta (minimivaimennustarve dB), jos halutaan, että sääteopellin melu korottaa huoneen äänitasoa L_{pA} korkeintaan 0.5 dB (eli vaikutus lähes mitätön)? Väite osoitettava laskelmin. 2p.

4. a) Maan pinnalla toimivan hakepolttolaitoksen yhteydessä käytetään haketinta, jonka äänitehotaso on käynnin aikana 120 dB. Haketin sijaitsee noin 2 m korkeudella maan pinnasta ja on kooltaan noin 2x2x2 m. Ympäristömelun raja-arvo on $L_{A,eq,24h}=50$ dB. Millä etäisyydellä hakettimesta raja-arvo toteutuu, jos oletetaan, että ympäristö on avointa ja tasaista? Melutasoa tarkastellaan 2 m maan pinnalta. 2p.

b) Haketin on toiminnassa korkeintaan tunnin päivässä. Miten tämä vaikuttaa 24 h ekvivalenttiin äänitehotasoon ja etäisyyteen, jossa 24 h raja-arvo toteutuu? 1p.

c) Voimalaitoksen lähistölle haluttaisiin sijoittaa asutusta lähemmäs, kuin kohdan b tulos sallii. Tämän vuoksi halutaan arvioida voimalaitoksen ympärille rakennettavan seinämän vaikutusta. Miten korkea seinämä tarvitaan, jos asutus haluttaisiin sijoittaa 100 metrin päähän? Käytä laskelmassa kohdan b) äänitehotasoa (24 h ekvivalentti). Tee laskelma 500 Hz:n taajuudella. Seinämä voidaan sijoittaa 10 metrin päähän hakettimesta. 3p.

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

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

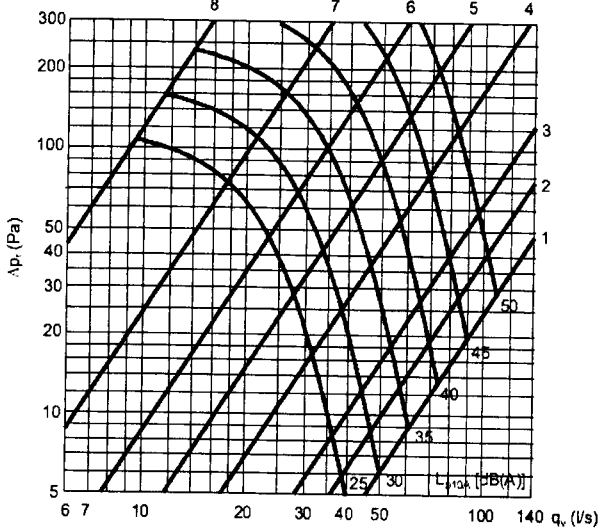
missä R_i on rakennusosan i ilmaääneneristävyys [dB] ja S_i on rakennusosan i pinta-ala [m²].

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

$$R = 20 \lg m' f - 48; L_p = L_w + 10 \log_{10} \left[\frac{k}{\Omega r^2} + \frac{4}{A} \right]; D_{\text{pit}} = 1.5 \cdot \frac{P}{S} \cdot \alpha \cdot L; D = 10 \log_{10} \left(1 + 20 \frac{z}{\lambda} \right);$$

$$L_w = 10 \lg S + 10 \lg v^n + L_0;$$

IRIS-100



Kuva 1. IRIS 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 tehotason oktaavikorjaustermit.

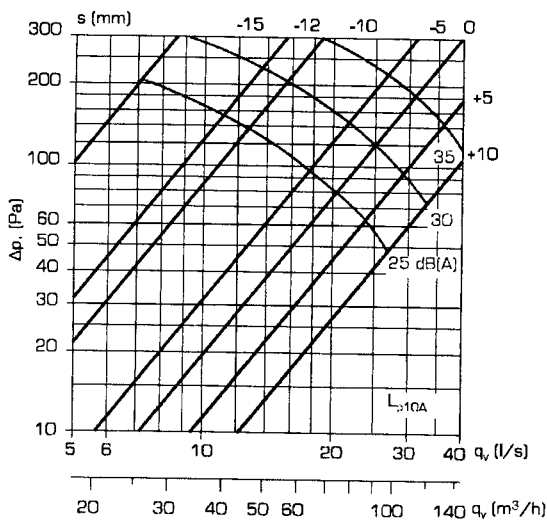
$$L_{w,okt} = L_{p10A} + K_{okt}$$

Taulukko 2. KSO äänenvaimennusarvot

Äänenvaimennus ΔL

KSO	Äänenvaimennus ΔL							
	Oktaavikaistan keskitäajuus Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
KSOS								
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

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							
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.

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