



Kursprogram – Ljud i byggnad och samhälle

VTAF01

Allmänt

Kursen Ljud i byggnad och samhälle omfattar 7.5 hp och ges under läsperiod 2 på våren för 3-års studenter, Väg och Vatten. Kursen syftar till att ge studenterna grundläggande kunskaper om ljud och dess effekt på människan med tillämpning på bullerproblem som uppstår i byggnad och samhälle.

Mål

För godkänd kurs skall studenten:

- Kunna förklara grundläggande akustiska begrepp som ljudnivå, frekvens, spektrum, buller, vibrationer, diffraktion, interferens, absorption och ljudisolering.
- Kunna redogöra för hur ljud uppstår, sprids och uppfattas av människor, hur ljudet påverkar människors hälsa och välbefinnande, olika riktvärden och lagstiftningar mot buller samt olika åtgärder för att minska bullerpåverkan i samhället.
- Kunna redogöra för hur ljud fortplantas och dämpas i byggnader i form av stomljud, och flanktransmissioner, samt olika typer av mätmetoder inom akustiken – i rum, mellan rum och i samhället.
- Kunna använda introducerade begrepp samt matematiska och fysikaliska verktyg för att beskriva, analysera och föreslå åtgärder till olika problem med buller, utföra mätning och beräkning av efterklangstid i ett rum, samt föreslå åtgärder för att uppnå önskade akustiska egenskaper.
- Kunna utföra en mätning av ljudisolering i en vägg och stegljudsisolering i ett golv enligt standardiserad modell, kunna mäta vibrationer i och mellan strukturelement, genomföra beräkningar av efterklangstid, ljudisolering och stegljudsnivå för givna rum och byggnader.
- Kunna planera, utföra och analysera mätningar av ljudnivåer från trafikbuller, samt genomföra beräkningar av ljudnivåer vid olika trafiksituationer.
- Kunna arbeta praktiskt med akustisk mätutrustning, samt tolka och analysera olika mätsignaler och frekvensspektra.
- Redovisa lösning av ett akustiskt problem i en teknisk rapport.

Innehåll

Kursen behandlar de fysiska och matematiska grunderna för akustiken och introducerar centrala begrepp som ljudtryck, frekvens, ljudnivå, impedans och vibrationer. Vågutbredning med akustiska fenomen som reflektion, transmission, stående våg och resonans introduceras.

Fortplantning av plana, cylindriska och sfäriska vågor och deras effekter diskuteras, såväl som diffraktion som uppstår vid hinder. Samtliga fenomen exemplifieras genom en beskrivning av hur de inverkar i de bullerproblem vi stöter på i våra byggnader och vårt samhälle:

- Trafikbuller: beräkningar, mätningar, åtgärder och bullerhänsyn vid stadsplanering.
- Rumsakustik: ljudabsorption, olika absorbenter, efterklangstid, egenvärdesanalyser och akustik planering.
- Ljudisolering och stomljud: reduktionstal och -koefficient, enkel- och dubbelväggar, vibrationsisolering, stegljudisolering, flanktransmission, knutpunktsisolering.



Vidare innehåller kursen två laborationer som genomförs under två timmar vardera:

1. Mätning av vibrationer i balk och sträng
2. Mätning av ljudisolering och ljudabsorption

Ett viktigt moment i kursen är en projektuppgift som skall resultera i en rapport som betygsätts. Tre alternativa uppgifter finns att välja mellan:

- Mätning och simulering av samhällsbuller (t ex bullernivå i trafiksituation).
- Mätning och beräkning av rumakustik parametern (t ex efterklangtid).
- Fri uppgift

Närmare instruktioner till projektuppgifterna samt laborationshandledningar delas ut senare i kursen.

Undervisning och lärare

Undervisningen omfattar 28 h föreläsningar, 28 h övningar. Dessutom tillkommer två st. laborationer på 2 h vardera. Samtliga övningar i boken och i det kompletterande materialet ingår i övningsschemat.

Kursansvar och föreläsningar:

- **Mathias Barbagallo (MB), Tekn Dr. Teknisk akustik.**
mathias.barbagallo@construction.lth.se / V-huset, +5 vån.

Föreläsningar

- Delphine Bard (dB), *Docent*, Teknisk akustik: delphine.bard@construction.lth.se

Övningar och Laborationer:

- **Mathias Barbagallo (Teknisk akustik):** mathias.barbagallo@construction.lth.se
- + TBA

Kursadministration:

- Cecilia Sandstedt (Hållfasthetslära): cecilia.sandstedt@solid.lth.se

Kurslitteratur

- Kompendium: E. Nilsson m.fl. *Grundläggande akustik*, upplaga 2008. Finns att köpa på KFS.
- Kompletterande häfte med teori och uppgifter som delas ut på föreläsning utan extra kostnad.
- Laborationsanvisningar. Delas ut utan extra kostnad.
- Föreläsningsanteckningar, projektuppgifter, formelsamling samt övrigt utdelat eller på hemsidan publicerat material.

Hemsida

Kursens hemsida finns på <http://www.akustik.lth.se/utbildning/kurser/> där finns föreläsningsschema, övrigt kursmaterial, samt andra användbara resurser.

Laborationer

Kursen innehåller två obligatoriska laborationer, en om mätteknik och vibrationer, samt en om ljudabsorption och ljudisolering. Laborationen utförs och rapport skrivs i grupper om två studenter (i undantagsfall tre studenter).

Laborationerna äger rum läsvecka 4 och 5, d v s vecka 18-19. Laborationstider bokas i schema i samband med föreläsningarna. Plats för laborationerna meddelas senare. Det är viktigt att alla



kommer i tid till laborationerna, att laborationsanvisningarna är lästa och att instuderingsuppgifterna är lösta innan laborationstillfället!

Efter varje laboration skriver man en laborationsrapport som kortfattat ska beskriva

- teorin bakom laborationen,
- vad man gjort och hur man gjort det,
- vilka resultat man kommit fram till,
- en förklaring, diskussion eller reflektion över resultaten,
- en diskussion över hur pass noggranna och tillförlitliga mätningarna är, samt över eventuella felkällor.

Tänkt målgrupp för laborationsrapporten ska vara en annan student som ska kunna ta rapporten som handledning, gå ner i labbet, göra om laborationen och få samma resultat. En grundbult i vetenskapligt arbete är att experiment och resultat som en forskargrupp kommer fram till ska kunna upprepas av andra forskargrupper.

För godkänt på kursen krävs genomförda laborationer och godkända laborationsrapporter. En rapport som inte godkänns får kompletteras tills den uppfyller kraven för godkänt. Laborationsrapporterna lämnas in senast en vecka efter genomförd laboration i Mathias Barbagallos fack på +5:e våningen (i kpiatorrummet).

Projektuppgift

I kursen ingår en projektuppgift inom något av följande tre områden:

- ~~Mätning av bullernivå i trafiksituation och simulering av motsvarande bullernivå med programvara.~~
- ~~Mätning av efterklangstid i en befintlig lokal samt beräkning av absorptionsarea och förslag till åtgärder.~~
- ~~Mätning och analyser av luftljudsisolering eller stegljudsisolering i en befintlig byggnad.~~

~~... men det finns också möjlighet att välja en lite friare uppgift, t ex där man försöker lösa eller utreda ett befintligt akustiskt problem som en konsult.~~

~~Projektuppgifterna introduceras och delas ut **måndag den 7/5**. Uppgiften utförs även den i grupper om två studenter (eller i undantagsfall tre). Projektuppgifterna redovisas i en skriftlig rapport som lämnas in senast **fredag den 25/5 kl. 12.00 till Juan Negreira, vån +5 i V-huset**. Den betygssätts sedan enligt skalan *u*, 3, 4, 5. Om projektuppgiften underkänns kan den kompletteras till betyg 3. Projektuppgiften kan inte kompletteras i efterhand för högre betyg än 3. För sena inlämningar är maxbetyget 3.~~

Tentamen

Tentamen äger rum Måndag 1/6 kl. 08.00–13.00 i Vic:1D. Tentamen består av en blandning av teorifrågor och räkneuppgifter. Maximalt ger tentamen 60 poäng, för godkänd tentamen krävs 30 poäng. Tillåtna hjälpmedel på tentamen är utdelat formelblad och miniräknare.

Examination

Betyg sätts enligt skalan *u*, 3, 4, 5 och baseras på tentamensresultat (50%) och en bedömning av projektuppgiften (50%). För godkänt resultat krävs alltså godkänd tentamen, godkänd projektuppgift samt godkända laborationsrapporter.



Schema

V	Dag	Tid/lokal	Avsnitt	Innehåll/litteraturavsnitt GA=Kompendiet Grundläggande akustik KH=Kompletterande teorimaterial
13	Må 23/3	F1 (10-12) – V:D	Introduktion	Akustiska grundbegrepp, ljudtryck och ljudnivå, frekvens och räkneregler. -GA – kap 1, 2
	Ti 24/3	Ö1 (8-10) V:S1		Math review: logarithms (web) Uppgifter 1 (web)
	On 25/3	F2 (13-15) – V:D	Enfrihetsgrads- system (SDOF)	Enfrihetsgradssystem (SDOF): svängning, frekvens, vibration, resonans, dämpning. -KH – kap 1
	To 26/3	Ö2 (10-12) V:S1		Uppgifter 2 (web)
14	Må 30/3	F3 (10-12) – V:D	Endimensionell vågutbredning	Vågekvationen i 1D med lösningar i fluidier och fasta medier, impedans, olika vågtyper. -KH – kap 2 (del 1)
	Ti 31/3	Ö3 (8-10) V:S1		Uppgifter 3 (web)
		F4 (13-15) – A:B	Endimensionell vågutbredning	Svängningar i solider (strängar, balkar, plattor) -KH – kap 2 (del 2)
	To 2/4	Ö4 (13-15) V:S1		Uppgifter 4 (web)
15	Må 6/4	F5 (10-12) – V:B	Transmission, reflektion och interferens	Övergång mellan två medier, transmission, reflektion, stående våg, interferens, egenfrekvenser, egenmoder. - GA – kap 5.4 + KH – kap 3
	Ti 7/4	Ö5 (8-10) V:S1		Uppgifter 5 (web)
	On 8/4	F6 (13-15) – V:D	Ljudemission, spridning och diffraktion	Fortplantning av vågor: plan, cylindrisk och sfärisk vågutbredning. -GA – kap 3
	To 9/4	Ö6 (10-12) V:S1		-GA – kap 3: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
18	Må 27/4	F7 (10-12) – V:D	Trafikbuller	Trafikbuller – beräkningar, mätningar och stadsplanering. -GA – kap 1. + Introduktion Lab 1 (Vibrationer i balk och sträng)
	Ti 28/4	Ö7 (8-10) V:S1 Ute (grupp 1)	Fältmätning av buller och vibrationer	Mätning och demonstration – utförs i två halvgrupper.
		(13-15)	LAB 1 session	
		(15-17)	LAB 1 session	
19	Må 4/5	(08-10)	LAB 1 session	



	Må 4/5	F8 (10-12) – V:B	Byggnadsakustik 1 – stegljud- och luftljudsisolering	Reduktionstal och transmissions- koefficient, mätningar av ljudreduktion -GA – kap 4.1-4.5, 4.9 + Introduktion Lab 2 (ljudisolering och ljudabsorption)
	Ti 5/5	Ö8 (8-10) V:S1 Ute (grupp 2)	Fältmätning av buller och vibrationer	Mätning och demonstration – utförs i två halvgrupper.
	Ons 6/5	F9 (13-15) – V:D	Mätteknik	Nyquist-Shannons samplingsteorem, mätfel...
		(15-17)	LAB 2 session	
	To 7/5	(13-15)	LAB 2 session	
	Fre 8/5	Ö9 (15-17) V:S1		Ljudisolering, utvärdering av mätning -GA – kap 4: 1, 2, 4
20	Må 11/5	F10 (10-12) – V:D	Byggnadsakustik 2 flanktransmission	Beräkning av ljudreduktion: enkel-, dubbelväggar / flanktransmission -GA – kap 4.6-4.8 + Introduktion av Projektuppgift
	Ti 12/5	Ö10 (8-10) V:S1		Beräkning av ljudisolering -GA – kap 4: 3 -Uppgifter 10 (web)
	Ons 13/5	F11 (13-15) – V:D	Rumsakustik – ljudabsorption	Absorptionskoefficient, absorptionsarea, dämpning och ljudabsorbenter. -GA – kap 5.1-5.2, 5.6
	To 14/5	Ö11 (10-12) V:S1		-GA – kap 5: 1, 2, 3, 5, 6
21	Må 18/5	F12 (10-12) – V:D	Rumsakustik – efterklangstid	Efterklangstid och rumsakustisk reglering -GA – kap 5.3, 5.5
		Ö12 (13-15) V:S1		Beräkning och mätning av efterklangstid i övningssal
22	Må 25/5	F13 (10-12) V:D	Akustik i praktiken - Aktuella Uppdrag	Gästföreläsning
	Ti 26/5	Ö13 (13-15) V:S1		Utdelad uppgifter
	To 28/5	F14 (08-10) V:D	Psykoakustik	Örats funktion och hörande, psykoakustik och hörselskador. -GA – kap 1-2.3, 2.5.
		Ö14 (10-12) V:S1		Repetition Projektkonsultation
23	Må 1/6	Tentamen (8-13) Sp 018, Sp01C, Sp01D		