

# Kursprogram – Ljud i byggnad och samhälle VTAF01 2012

## Allmänt

Kursen Ljud i byggnad och samhälle omfattar 7.5 hp och ges under läsperiod 1 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 med hjälp av kommersiell programvara.
- 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 ett avsnitt om mätmetodik som behandlar hur man ska mäta och utvärdera resultat. Detta behandlas i två laborationer:

- Genomgång av utrustning och mätmetoder för ljud och vibrationer.
- Mätning av ljudisolering, ljudabsorption och -transmission.

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

- Mätning och simulering på bjälklag.
- Mätning och simulering av bullernivå i trafiksituation.
- Mätning och beräkning av efterklangstid.
- Fri uppgift

Instruktioner till projektuppgifterna samt laborationshandledningar delas ut senare i kursen.

## Undervisning och lärare

Undervisningen omfattar 28 h föreläsningar, 28 h övningar. En av övningarna är en datorövning som behandlar trafikbuller. Dessutom tillkommer två st. laborationer på 2 h vardera.

Kursansvar, föreläsningar och övningsledare:

- Kristian Stålné, Tekn Dr. Byggnadsmekanik och Teknisk Akustik  
046-222 03 56, [kristian.stalne@construction.lth.se](mailto:kristian.stalne@construction.lth.se)

Övningsledare:

- Juan Negreira Montero
- Kristian Stålné

## Kurslitteratur

- Kompendium: Grundläggande akustik, E. Nilsson m.fl. 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.
- Föreläsningssanteckningar, projektuppgifter, formelsamling samt övriga utdelade papper.

## 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). Samling sker i Teknisk Akustiks laborationslokaler, som ligger i källarplanet under vaktmästeriet.

Laborationerna äger rum läsvecka 3-6, d v s vecka 5-8. Laborationstider bokas i schema i samband med föreläsningarna. 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.

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 Kristians Stålnes fack på 4:e våningen (i kopiantrummet intill lunchrummet).

## Projektuppgift

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

- Vibrationsmätning på bjälklag med motsvarande numerisk simulering.
- 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.

Färdiga förslag på projektuppgifter inom de tre områdena finns att tillgå, 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.

Det finns två akustiska mätinstrument tillgängliga för mätning av olika situationer, t ex vid trafikbuller- eller rumsakustikmätning. Det är många som behöver använda dem och det är begränsat med tid, så man får boka upp sig på ett schema för användning av ett instrument. Därför är det nödvändigt att man har en färdig plan över vad man ska mäta när man väl får tillgång till mätinstrumentet och att man innan har satt sig in i och förstått hur man använder det.

Projektuppgifterna introduceras och delas ut måndag den 31/1. Uppgiften utförs även den i grupper om två studenter (eller i undantagsfall tre). Projektuppgifterna redovisas i en skriftlig rapport som lämnas in senast **onsdag den 7/3 kl 12.00** till Kristian Stålne vån 4 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 fredag 9/3 kl 8.00–13.00 i Sparta D. 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	Avsnitt	Innehåll/litteraturavsnitt
3	Må 16/1	Introduktion, sambuller	Samhälls- och trafikbuller, akustiska grundbegrepp, ljudtryck och ljudnivå, frekvens, räkneregler, riktvärden och tidsmedelvärden. Grundläggande akustik – kap 1-2.3, 2.5
	On 18/1		
	On 18/1	Psykoakustik, enfrihetsgrads- system	Örats funktion och hörande, psykoakustik och hörselskador. Enfrihetsgradssystem (SDOF): svängning, frekvens, vibration, resonans, dämpning.
	Fr 20/1		
4	Må 23/1	Vågekvationen	Vågekvationen i 1D med lösningar i fluider och fasta medier, harmoniska lösningar, impedans, olika vågtyper.
	On 25/1		
	On 25/1	Svängningar och vibrationer	Svängningar i solider, strängar, balkar och plattor.
	Fr 27/1		
5	Må 30/1	Transmission, reflektion och interferens	Övergång mellan två medier, transmission, reflektion, stående våg, interferens, egenfrekvenser, egenmoder. Kap 5.4-5.5,
	On 1/2		
	On 1/2	Ljudemission, spridning och diffraktion	Fortplantning av vågor: plan, cylindrisk och sfärisk vågutbredning. Kap 3. Introduktion av projekt och laborationer
	Fr 3/2		

6	Må 6/2	Trafikbuller	Trafikbuller – beräkningar, mätningar och stadsplanering.
	On 8/2	Trafikbuller – mätningar	Fältmätning – grupp 1/2
	On 8/2		Fältmätning – grupp 2/2
	On 8/2		Gästföreläsning 1 Sigmund Olafsen Brekke & Strand Akustikk
	Fr 10/2	Trafikbuller	Datorövning
7	Må 13/2	Rumsakustik – ljudabsorption	Absorptionskoefficient, absorptionsarea, dämpning och ljudabsorbenter. Kap 5.1-5.2, 5.6
	On 15/2		
	On 15/2	Rumsakustik, efterklangstid, mätteknik	Efterklangstid, akustikreglering.
	Fr 17/2		
8	Må 20/2	Ljudisolering – stömljud, stegljud	Reduktionstal och transmissions-koefficient, mätningar av ljudnivå och stegljud, sammansatt reduktionstal, springläckage. Kap 4.1-4.5, 4.7.
	On 22/2		
	On 22/2	Ljudisolering i praktiken	Gästföreläsning 2 Klas Hagberg WSP
	Fr 24/2		
9	Må 27/2	Ljudisolering – enkel- och dubbelväggar	Masslagen i enkel- och dubbelvägg, egensvängningar i dubbelväggar, koincidens, olika transmissionsvägar. Kap 4.6
	On 29/2		
	On 29/2	Repetition och projekt	Repetition och sammanfattning av kursen, mer om projekten.
	Fr 3/3		