

Måling av trafikkstøy

Sigmund Olafsen

Senior rådgiver, Brekke & Strand akustikk, Oslo

Ph.D. student, LTH

sigmund.olafsen@brekkestrand.no, +4791583818

Forelesning for VTA 01, 8. februar 2012



BREKKE STRAND

Sigmund Olafsen

8. februar 2012

1

Oversikt

Målinger utendørs

Målinger innendørs

Målinger av fasadeisolasjon

Spesielle hensyn for tog, sporvogn og T-bane

Om kontroll av utførelse på byggeplass

Noen praktiske tips



BREKKE STRAND

Sammenlikning mellom måling og beregning av utendørs trafikkstøy

Vi kan aldri i praksis måle trafikkstøy i alle de punkter som kan være aktuelle.

Hensikten med en måling er å få en kalibrering på beregninger av støy, målinger kan vi gjøre i noen få punkter. Beregninger kan gjøres i så mange avstander og høyder vi ønsker



BREKKE STRAND

Sammenlikning mellom måling og beregning av utendørs trafikkstøy

For å kunne sammenlikne en måling og en beregning, må alle disse tas med i betraktning:

- Trafikk
- Værforhold
- Lydfelt



Trafikkstøymåling

Tell biler, tunge og lette hver for seg

Mål over en fast tidsperiode, f. eks 30 minutter

Vi er egentlig ute etter støybidrag pr. lett kjøretøy



Trafikkstøymåling



Trafikkstøymåling

Om hastighet:

Om det er mulig, registrer hastighet under målingene.

I Norge brukes fartsgrense om man ikke vet noe annet

For sammenlikning med beregning, korreger for hastighet som i beregninger



BREKKE STRAND

Trafikkstøymåling

Trafikk, egentlig skal vi måle lydenergi pr. lett bil:

$$\zeta = \frac{10^{L_{aeq}/10}}{n_{l,i} + k \cdot n_{h,i}}$$

ζ lydenergi pr. lett bil
 L_{aeq} ekvivalent A-veid lydnivå
 $n_{l,i}$ antall lette biler i måleperioden – fra telling under måleperioden
 $n_{h,i}$ antall tunge biler i måleperioden – fra telling under måleperioden
 k forholdet mellom støy fra tunge biler og lette biler



BREKKE STRAND

Sammenlikning av måling og beregning utendørs

På korte avstander stemmer vanligvis måling og beregning meget godt overens når de er justert til samme trafikkmengde og hastighet

På lengre avstander kan det noen ganger være store avvik, opp til 12 dB. Dette skyldes vanligvis værforhold, markdempning og atmosfærisk avstandsdempning



BREKKE STRAND

Sammenlikning av måling og beregning - vær

Beregninger forutsetter moderat medvind eller temperaturinversjon

På kort avstand betyr ikke dette noe

På lang avstand (30 meter og oppover) kan det gi store avvik, spesielt hvis mottakerpunktet ligger høyere enn veien



BREKKE STRAND

Sammenlikning av måling og beregning - vær

Den nordiske beregningsmodellen inkluderer ikke atmosfærisk avstandsdempning.

Det medfører en systematisk overvurdering av støyen på avstander over 200 meter

Dette utgjør 0,5 dB per 100 meter normalavstand

Hvis mulig, mål vindhastighet, temperatur (gjørne også temperaturgradient) og luftfuktighet under trafikkstøymålinger.



BREKKE STRAND

Usikkerhet i målinger på grunn av vær og trafikk, anbefalt måletid

Usikkerhet	A-veid	1/3-okt.
± 3 dB	2-6 timer	4-8 timer
± 2 dB	3-15 timer	4-20 timer
± 1 dB	10-40 timer	15-80 timer
± 0,5 dB	100-300 timer	150-400 timer



BREKKE STRAND

Usikkerhet i målinger på grunn av vær og trafikk,
anbefalt antall tunge kjøretøyer

Anbefalt	antall tunge kjøretøyer	
Usikkerhet	A-veid	1/3-okt.
± 3 dB	20	80
± 2 dB	80	300
± 1 dB	300	1200
± 0,5 dB	2000	8000



BREKKE STRAND

Lydfelt utendørs, fasaderefleksjon

Uten bygninger: Fritt felt

Mikrofon PÅ (<0,015 m) bygning: +6 dB nominelt

Mikrofon 2 m eller mer foran bygning: +3 dB

Men med mikrofon mellom 0,015 og 2 m?
Det skal vi se på når vi snakker om
fasadeisolasjon.



BREKKE STRAND



Dette er det vi mener med PÅ fasade, senter mikrofon maks. 15 millimeter foran fasaden



BREKKE STRAND

Måling av trafikkstøy innendørs

- Direkte måling er som regel vanskelig å få til i praksis på grunn av bakgrunnsstøy
- Vanligvis må innendørs støy måles ved hjelp av utendørs støy og fasadeisolasjon
- Dette gjelder også for tog, sporvogn og T-bane



BREKKE STRAND

Måling av trafikkstøy innendørs

I de tilfellene det er mulig, bør det helst måles i flere punkter samtidig

Nødvendig å ha svært lite bakgrunnsstøy, du MÅ bruke kabel mellom mikrofon og analysator, ellers lager DU bakgrunnsstøy

Samme krav til trafikk og vær som ved måling av utendørs trafikkstøy



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Det er to hovedgrunner til å måle fasadeisolasjon:

1. Som et hjelpemiddel for å måle innendørs trafikkstøy
2. For å sjekke om vinduer/ventiler holder oppgitte krav



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon Standardiserte metoder

ISO 140/5, mikrofon enten på fasade eller 2 meter foran fasade
OBS! Mikrofon PÅ fasade forutsetter at det er en komponent som har langt svakere lydisolasjon enn resten av fasaden, f. eks. et vindu med dårlig lydisolasjon i en betongvegg

Eventuelt kan du bruke ISO 140/4, lydisolasjon mellom rom, men teoretisk sett forutsetter dette at du kan måle i punkter 2 meter foran fasade



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Om innenivå

Det viktigste problemet med innendørs målinger er bakgrunnsstøy. Lydfeltet er ikke i seg selv særlig vanskelig innendørs. Sveip eller bruk av flere mikrofonposisjoner vil gi et brukbart gjennomsnitt



BREKKE STRAND



Men hvordan blir det med lydfeltet på verandaen?



BREKKE STRAND

Lydfelt utendørs

Noen andre tilfeller hvor vi har målt, der fasaden ikke er så tilgjengelig



Rehearsal halls B 4



< 0,015 m?
2 m?
Eller der vi klarer å komme?



BREKKE STRAND

Det finnes alltid en løsning



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Teoretisk, hvorfor skal vi måle enten PÅ eller minst 2 meter foran fasade?

La oss tenke oss følgende forutsetning:

Bare reflekser fra fasaden

Fasaden gir speilrefleksjon

Bare geometrisk dempning

Rentone på senterfrekvens i hvert bånd

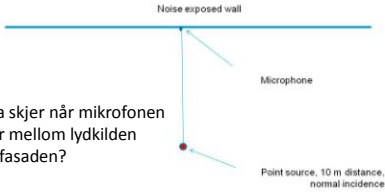
Punktkilde



BREKKE STRAND

Om kamfiltereffekt ved måling foran fasade

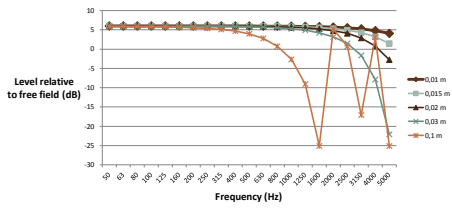
Hva skjer når mikrofonen står mellom lydkilden og fasaden?



BREKKE STRAND

Kamfilter, mikrofon nær fasaden

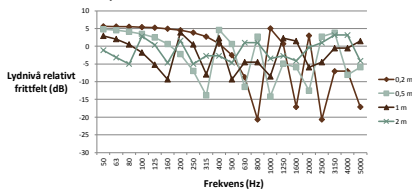
Normal incidence - 10 meters from sound source to wall - parameter mic. distance from wall



BREKKE STRAND

Kamfilter, mikrofon litt lenger foran fasaden

Normal incidence - 10 meters from sound source to wall - parameter mic. distance from wall



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Hvordan blir det med kamfiltret hvis vi regner med linjekilde eller regner ved flere frekvenser i hvert 1/3-oktavbånd?
Vi skal ikke gjøre det her, men det blir nesten det samme.



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Praktisk mulige metoder:
Mikrofon festet PÅ fasade (ISO 140/5)
Mikrofon i faste punkter FORAN fasade (\approx ISO 140/4)
Mikrofon sveipet



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Som lydkilde bruker vi vanligvis et sett med signalgenerator, forsterker og høyttaler lagd spesielt til formålet



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Uansett metode er det viktig å samle tilstrekkelig med data

Både høyttaler og mikrofon bør flyttes, minimum 10 kombinasjoner av høyttaler og mikrofonposisjon er påkrevet ved faste mikrofonposisjoner



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Ved bruk av sveip er det viktig å bruke to ulike høyttalerposisjoner og bruke middelverdi



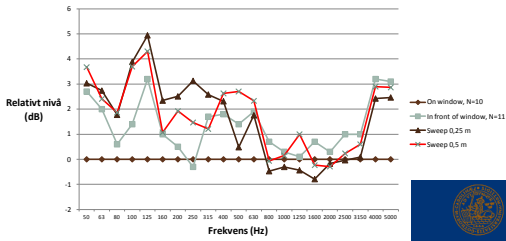
BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon, sveip i praksis



BREKKE STRAND

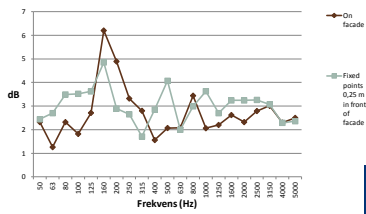
Eksempel på relative resultater fra mik PÅ, mik FORAN og sveip



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Standardavvik i måleserie



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Hva gjør vi i praksis?

Vi måler i faste punkter PÅ fasade når det er mulig og fasaden er glatt nok til det, eventuelt slår på en plate på fasaden

Ved måling PÅ regner vi med at lydnivået er 6 dB høyere enn i frittfelt



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Hva gjør vi i praksis?

Vi måler i faste punkter eller med sveip FORAN fasade når det er den praktisk mulige løsningen, lydnivået regnes da som 3 dB høyere enn frittfelt



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Hva gjør vi i praksis?

Hvis vi ikke skal gjøre en formell test av en komponent i henhold til ISO 140/5, så anbefales det å bruke flere høyttalerposisjoner



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon

Alle avvik fra standard skal dokumenteres, ta bilder, mål opp og tegn det du har gjort!



BREKKE STRAND

Åpne eller lukkede ventiler

Det anbefales å måle med både åpen og lukket ventil, det holder å gjøre dette inne



BREKKE STRAND

Spesielle hensyn ved måling av støy innendørs fra tog, sporvogn og T-bane

Bidrag fra strukturlyd innendørs

For tog: Få kjøretøyer, kan være stor variasjon mellom dem

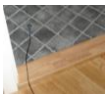


BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon, eksempel fra T-bane



Hovedrigg



Triaks



Mik inne



Mik ute



To akselerometre ute



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon ved skinnegående trafikk

Måling med høyttaler får ikke med støybidrag som blir overført som vibrasjoner gjennom bakken

Måling med trafikken som kilde gir for lite signal fra 1000 Hz og oppover



BREKKE STRAND

Måling av fasadeisolasjon ved skinnegående trafikk

Inntil videre må det anbefales å bruke BÅDE trafikk og høyttaler for skinnegående kilder

Det må også måles med tilstrekkelig antall tog



BREKKE STRAND

Kontroll på byggeplass

Lydisolasjonsmålinger på byggeplass kan avdekke feil som også har betydning for energiforbruk, luftkvalitet eller brannsikkerhet



BREKKE STRAND

Noen praktiske tips

Lær deg instrumentene før du drar ut for å måle

Ha alltid med:

Ekstra løsning for strømforsyning

Rikelig med signalkabel

Kamera, gjerne høy kvalitet, gjerne med vidvinkel

Avstandsmåler og/eller målebånd



BREKKE STRAND

Noen praktiske tips

Varme og tørre klær

Hvis mulig litt ekstra med utstyr



BREKKE STRAND

Har du lyst til å lære mer om dette?

Liste over litteratur du kan lese

Muligheter for masteroppgave i Lund eller Oslo



BREKKE STRAND
