


VYPRACOVAL : Marek Šulc	ODP.PROJEKTANT : Mgr. Ing. Arch Daniel Dvořák	ZPRACOVATEL :	
INVESTOR : Město Dvůr Králové nad Labem náměstí T. G. Masaryka 38, 544 17, Dvůr Králové nad Labem, IČ: 00277819	MÍSTO : Dvůr Králové nad Labem (579203), k.ú. Dvůr Králové nad Labem(633968), parc.č. :2056/3	 Za Zastávkou 578/21, 109 00– Praha – Dolní Měcholupy	
NÁZEV DÍLA : Multifunkční hřiště - ZŠ 5.května		DATUM :	05.2022
		FORMÁT :	A4
		VÝKRES ČÍSLO :	VÝKRES ČÍSLO :
OBSAH :	MĚŘÍTKO :	B.2.	22_004
AKUSTIKA HŘIŠTĚ			



Technická zpráva

**Měření vyzařovaného hluku ze tří typů panelů 2500 x 1000 mm
používané ve víceúčelových herních hřištích**

Vytvořeno pro Kompan A/S

TC-101331 Revize 1
Projekt č.: 118-33049
11 ledna 2019

**DELTA – a part of
FORCE Technology**
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Dánsko
Tel. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
VAT No. 55117314

Název

Měření vyzařovaného hluku ze tří typů panelů 2500 x 1000 mm používaných ve víceúčelových herních hřištích.

Deník č.

TC-101331 Rev. 1

Projekt č.

118-33049

Naše značka

CWC/LSS/ilk

Klient

Kompan A/S
C F Tietgens Boulevard 32c
5220 Odense SØ
Dánsko

Kontaktní osoba u klienta

Søren Vangsgaard

Laboratoř

DELTA – a part of FORCE Technology
Agro Food Park 13
8200 Aarhus N
Dánsko

Testovací podmínky

Guideline IS-1693 Helsedirektoratet "Veileder for støyvurdering ved etablering av nærmiljøanlegg" 2006, rev. 4/2009

Shrnutí

Byla změřena maximální A-vážená hladina hluku $L_{p,AFmax}$ pro kožený fotbalový míč kopaný na tři různé panely Kompan. Při rychlosti míče 80 km/h je $L_{p,AFmax}$:

- 78,0 dB pro ocelový panel
- 74,8 dB pro panel HDPE
- 78,4 dB pro panel WPC

Poznámka

Výsledky testů se vztahují pouze na testované objekty.

Tato zpráva je revizí a nahrazuje předchozí zprávu TC-101331 ze 4. ledna. Byly použity následující změny:

- Redakční změny.
- Šířka panelů změněna z 1420 mm na správných 2500 mm.
- Oddíl „Stručný úvod k hluku“ byl přesunut z oddílu 2 (stará zpráva) do přílohy 10 (tato zpráva).
- Hustoty HDPE a WPC byly změněny na správné hodnoty.

DELTA – a part of FORCE Technology, 11 ledna 2019



Christian Weirum Claumarch
Specialist, Acoustics



Lars S. Søndergaard
Senior Specialist, Acoustics

Obsah

1. Úvod

Kompan A/S zadal společnosti DELTA provádět měření maximální úrovně vyzařovaného hluku z víceúčelové herní plochy (MUGA) používané pro míčové hry. Série měření byla provedena na aréně MUGA ve Starup v Dánsku. Měření byla provedena na třech panelech vyrobených z různých materiálů.

Účelem této zprávy je především zdokumentovat hladiny hluku ze tří různých materiálů a za druhé ilustrovat, jaké hladiny zvuku lze očekávat v oblasti poblíž arény MUGA.

2. Testované objekty

Test se provádí na třech různých variantách panelů, které všechny vyrábí společnost Kompan. Tyto tři varianty se nazývají „Wood Plastic Composite“ (WPC), „High Density“ Polyethylen (HDPE) a „ocel“. Ve všech případech byl test proveden na panelu o rozměrech 2500 x 1000 mm.

Všechny testy byly provedeny v MUGA o rozměrech 26,5 metru krát 19,3 metru vyrobeného z panelů typu HDPE. Jeden panel byl pro zkoušky nahrazen panely WPC a ocel, a proto mohla být pro všechna měření použita stejná poloha.

Panely HDPE se skládají z jedné velké a dvou menších desek s mezilehlou podpěrrou.

Materiál HDPE má hustotu 0,97 g/cm³.

Panely WPC se skládají z jedné velké plochy se sedmi svisle namontovanými prkny a dvou menších ploch se třemi svisle namontovanými prkny. Materiál WPC má hustotu 1,3 g/cm³.

Ocelové panely se skládají ze dvou obdélníkových ocelových tyčí nesených 26 rovnoměrně rozmístěnými ocelovými trubkami. Ocel použitá v panelu má hustotu 7,85 g/cm³.

U všech tří typů panelů je nosný rám vyroben z oceli.

Podlaha v MUGA byla vyrobena z umělého trávniku.

Fotografie testovacího nastavení a každého panelu jsou uvedeny v příloze 4-7.

3. Akustické okolí

Měření bylo provedeno pod širým nebem s cca. 45 m mezi mikrofonem a jakýmkoli akusticky odrážejícími povrchy (kromě samotného MUGA). Na povrchu země mezi panelem a mikrofonem bylo plochá udusaná bláto s trochou trávy. Viz fotografie v příloze 4-6.

4. Nastavení měření

Měření byla provedena v souladu s IS-1693. Jeden mikrofon byl umístěn ve výšce 1,5 m 10 m po linii, která byla kolmá k panelu. Směr větru byl do 45 stupňů od této linie, takže mikrofon byl po větru od panelu. Byla použita malá větrná clona mikrofonu. Viz fotografie v přílohách 4-6.

Míč byl kopnut na vnitřní stranu panelu ze vzdálenosti 5 m (vyznačeno na povrchu země lepicí páskou) kolmo k panelu. Míč mířil na střed panelu – definovaný jako oblast mezi tyčemi.

Zásahy mimo požadovanou oblast nebyly do analýzy zahrnuty.

V sérii 10-20 kopů byl zvuk zaznamenán pro analýzu mimo místo. Záznam byl monitorován a impulzní zvuky kopu do míče a při dopadu míče na panel byly označeny a byl zaznamenán uplynulý čas, který bude použit pro výpočet rychlosti míče.

Byly použity tři stejné míčky typu Select Brilliant Super TB o hmotnosti cca 430 g. Tlak koule byl (společností Kompan A/S) naměřen na cca. 0,6 baru.

Kompan A/S byl zodpovědný za střelbu míče, kde cílem byly rychlosti míče mezi 30-110 km/h, pokud možno rovnoměrně rozložené. Viz přílohy 1-3. Do analýzy pro panely ocelové, HDPE a WPC bylo zahrnuto celkem 92, 89 a 122 snímků.

5. Meteorologické podmínky

5.1 Pro měření dne 27. listopadu 2018 (HDPE a ocel)

Počasí:	Zataženo (~3/8)
Teplota:	0 °C
Rychlost větru:	1-3 m/s

5.2 Pro měření dne 17. Prosince 2018 (WPC)

Počasí:	Zataženo (~8/8)
Teplota:	2 °C
Rychlost větru:	1-3 m/s

6. Instrumentace

Viz příloha 9.

7. Výsledky měření

Pro výpočet rychlosti koule byla použita následující rovnice (z IS-1693):

$$v = \frac{D \times 3.6}{T + \frac{D}{330}}$$

v = rychlost míče [km/h]

D = Vzdálenost od místa, kde noha kope do míče, a k panelu [m]

T = Časový rozdíl mezi kopnutím nohou do míče a dopadem míče na panel [s]

Maximální hladina hluku vážená A, $L_{p, AFmax}$, pro každé kopnutí na různých typech panelů je znázorněna jako rozptylové grafy v příloze 1, příloze 2 a příloze 3 pro panely z oceli, HDPE a WPC. U všech výsledků zahrnutých do analýzy bylo více než 10 dB hluku v pozadí. Během měření provedených dne 27. listopadu 2018 tesaři pracovali na nedalekém objektu pomocí nastřelovací pistole, což způsobilo hraniční úroveň na úrovni a nad naměřenými hodnotami. Takto ovlivněné výkopy byly odstraněny v postprocessingu pomocí poslechu i vykreslení zaznamenaných záběrů.

Použitím lineární regrese (metoda nejmenších čtverců) pro data lze nakreslit čáru (v přílohách zobrazenou červeně) představující maximální hladinu váženého šumu A, $L_{p, AFmax}$ pro různé rychlosti koule.

Čáru lze popsat následující rovnicí:

$$y = a x + b$$

V níže uvedených tabulkách je uvedeno průměrné 1/1-oktávové, A-vážené spektrum odpovídající rychlosti míče 80 km/h pro typy panelů ocel, HDPE a WPC.

7.1 Výsledky ocelového panelu

Při rychlosti míče 80 km/h je maximální vážená hladina hluku A, $L_{p, AFmax}$ na vzdálenost 10 m pro ocelový panel 78,0 dB. Oktávové údaje jsou vypočteny pomocí lineární regrese v jednotlivých pásmech. Součet oktavových dat z regrese je 77,6 dB, avšak nejprve sečtením oktavových dat pro jednotlivé výkopy a následným provedením regrese se zjistí o něco vyšší hodnota 78,0 dB.

[Hz]	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
[dB]	39.1	60.5	72.1	69.1	70.8	68.9	67.9	67.1	61.4	49.4

Tabulka 1

Hladina akustického tlaku (SPL) z ocelových panelů při 80 km/h v pásmech 1/1 oktávy.

Celková hladina $L_{p,AFmax}$ je 78,0 dB.

7.2 Výsledky HDPE panelu

Při rychlosti míče 80 km/h je maximální vážená hladina hluku A, $L_{p,AFmax}$ na vzdálenost 10 m pro panel HDPE 74,8 dB. Oktávové údaje jsou vypočteny pomocí lineární regrese v jednotlivých pásmech. Součet oktavových dat z regrese je 74,6 dB, avšak nejprve sečtením oktavových dat pro jednotlivé výkopy a následným provedením regrese se zjistí o něco vyšší hodnota 74,8 dB.

[Hz]	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
[dB]	41.4	58.4	67.7	65.5	65.5	69.1	67.3	60.9	57.8	43.7

Tabulka 2

Hladina akustického tlaku (SPL) z HDPE panelů při 80 km/h v pásmech 1/1 oktávy. Celková hladina $L_{p,AFmax}$ je 74,8 dB.

7.3 Výsledky WPC panelu

Při rychlosti míče 80 km/h je maximální hladina hluku váženého A, $L_{p,AFmax}$ ve vzdálenosti 10 m, pro panel WPC 78,4 dB. Oktávové údaje jsou vypočteny pomocí lineární regrese v jednotlivých pásmech. Součet oktavových dat z regrese je 77,9 dB, avšak nejprve sečtením oktavových dat pro jednotlivé výstřely a následným provedením regrese se zjistí o něco vyšší hodnota 78,4 dB.

[Hz]	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
[dB]	33.5	54.8	70.3	69.8	67.7	67.9	73.3	68.1	61.2	49.8

Tabulka 3

Hladina akustického tlaku (SPL) z WPC panelů při 80 km/h v pásmech 1/1 oktávy. Celková hladina $L_{p,AFmax}$ je 78,4 dB.

8. Příklady šíření

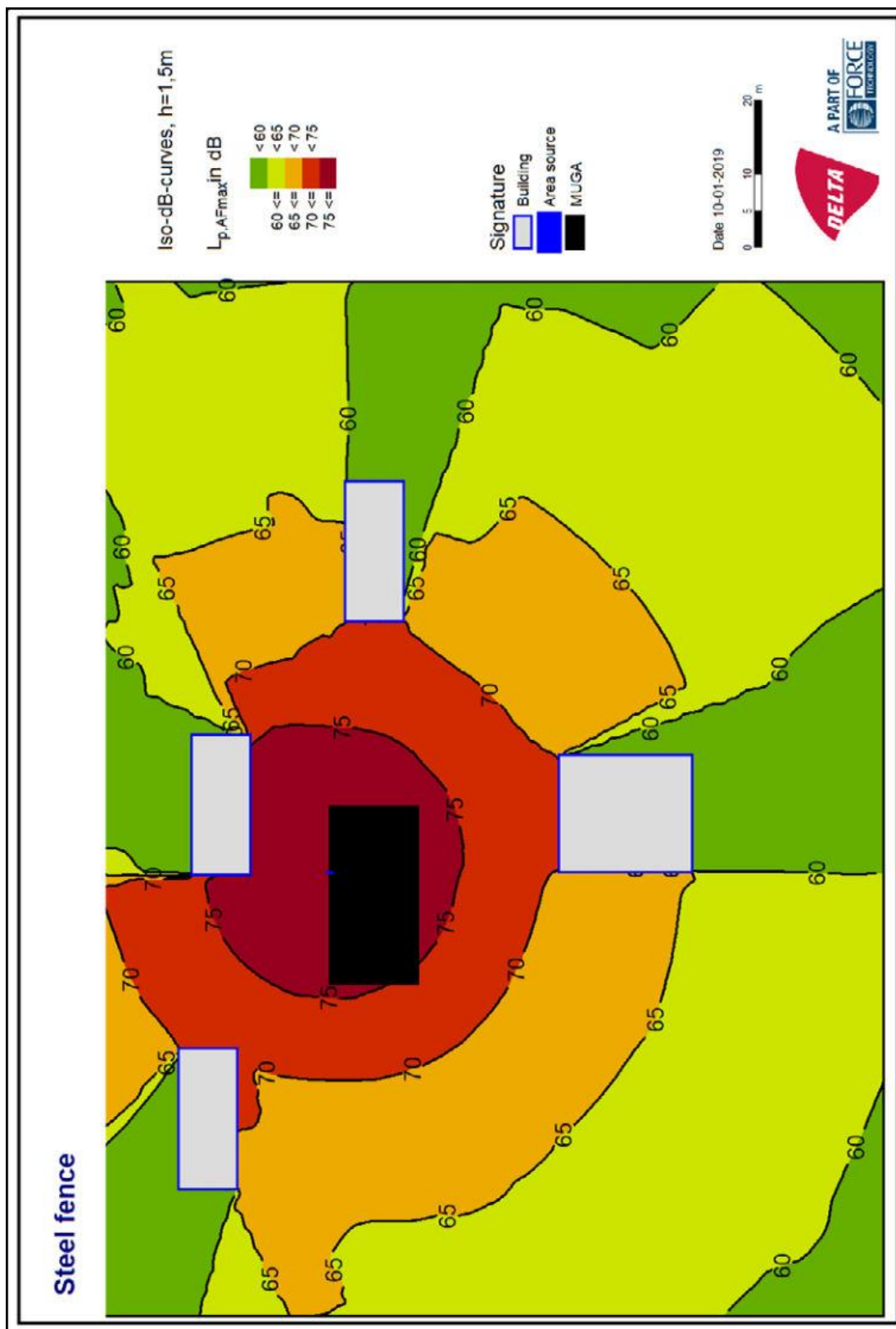
Výpočty šíření hluku byly provedeny pomocí SoundPLAN verze 8.0 ze dne 05. 03. 2018. Byla použita metoda obecné predikce se „ztrátou odrazu“ od fasád 1 dB, „pořadí odrazu“ 3 a „maximální odrazovou vzdáleností“ 400 m.

Hladiny naměřené ve vzdálenosti 10 metrů pro tři typy panelů byly převedeny na síly zdroje, které se použijí v modelu šíření v ukázkovém prostředí.

Prostředí tvoří MUGA o rozměrech 12x24 metrů a čtyři budovy umístěné kolem MUGA. Terén a MUGA jsou modelovány jako akusticky měkké a bez výškových rozdílů. Zdroj je modelován jako plošný zdroj namontovaný svisle jako panely o šířce 0,5 m a výšce 1 m odpovídající

odhadované vyzařovací ploše z měřeného panelu. Na stupnici použité v hlukových mapách v oddílech 8.1 až 8.3 to má za následek, že zdroj oblasti vypadá více jako tečka než oblast. Nastavení a síla zdroje použitá při vytváření těchto hlukových map lze nalézt v příloze 8. Příklady šíření s ocelovým panelem, HDPE panelem a WPC panelem jsou uvedeny na obrázku 1 až 3, všechny modelované s referenční rychlostí míče 80 km/h.

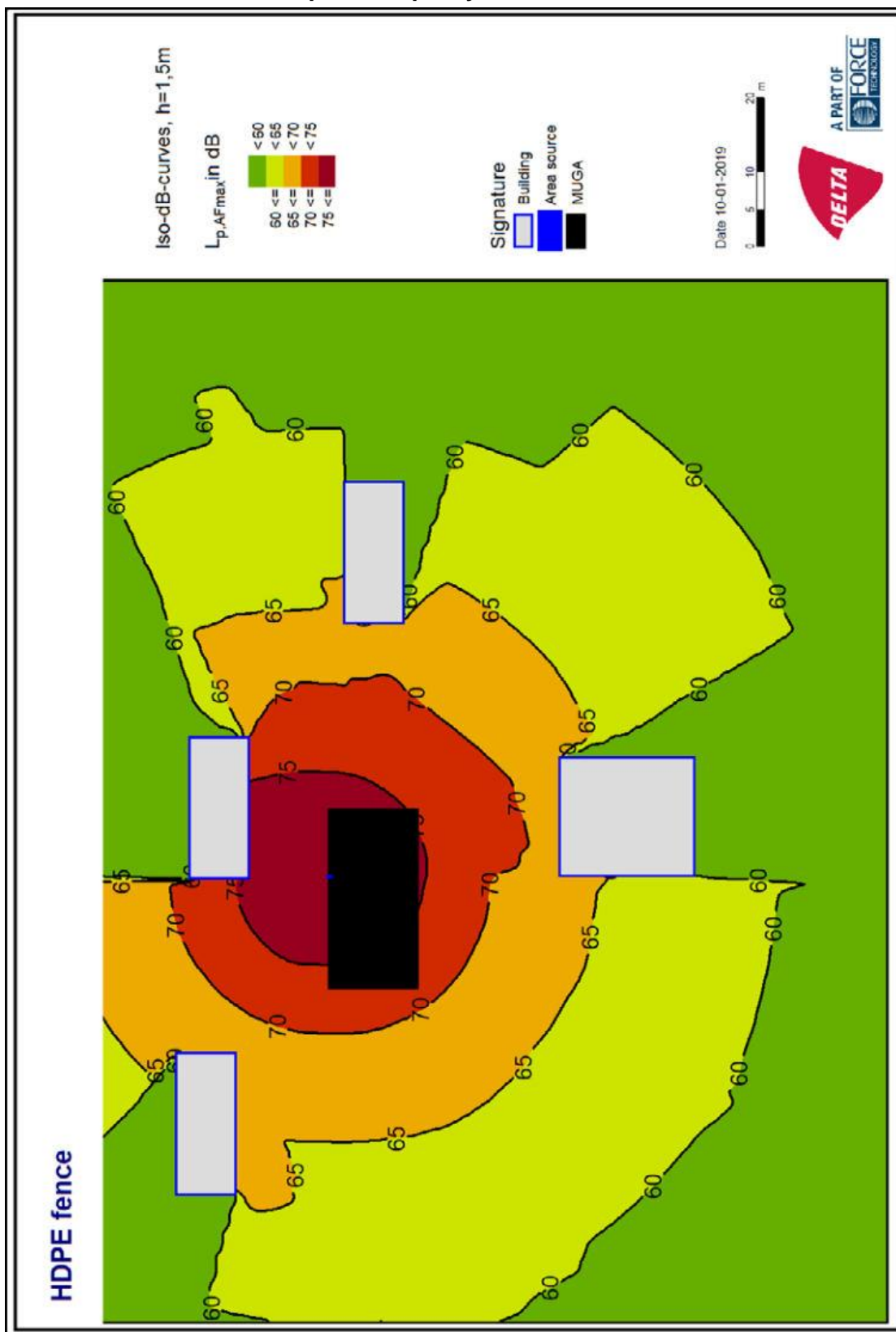
8.1 Šíření hluku s ocelovým panelem pro rychlost míče 80 km/h



Obrázek 1

Hlukový obrys (ISO dB-křivky) z příkladu MUGA s ocelovými panely a referenční rychlostí míče 80 km/h.

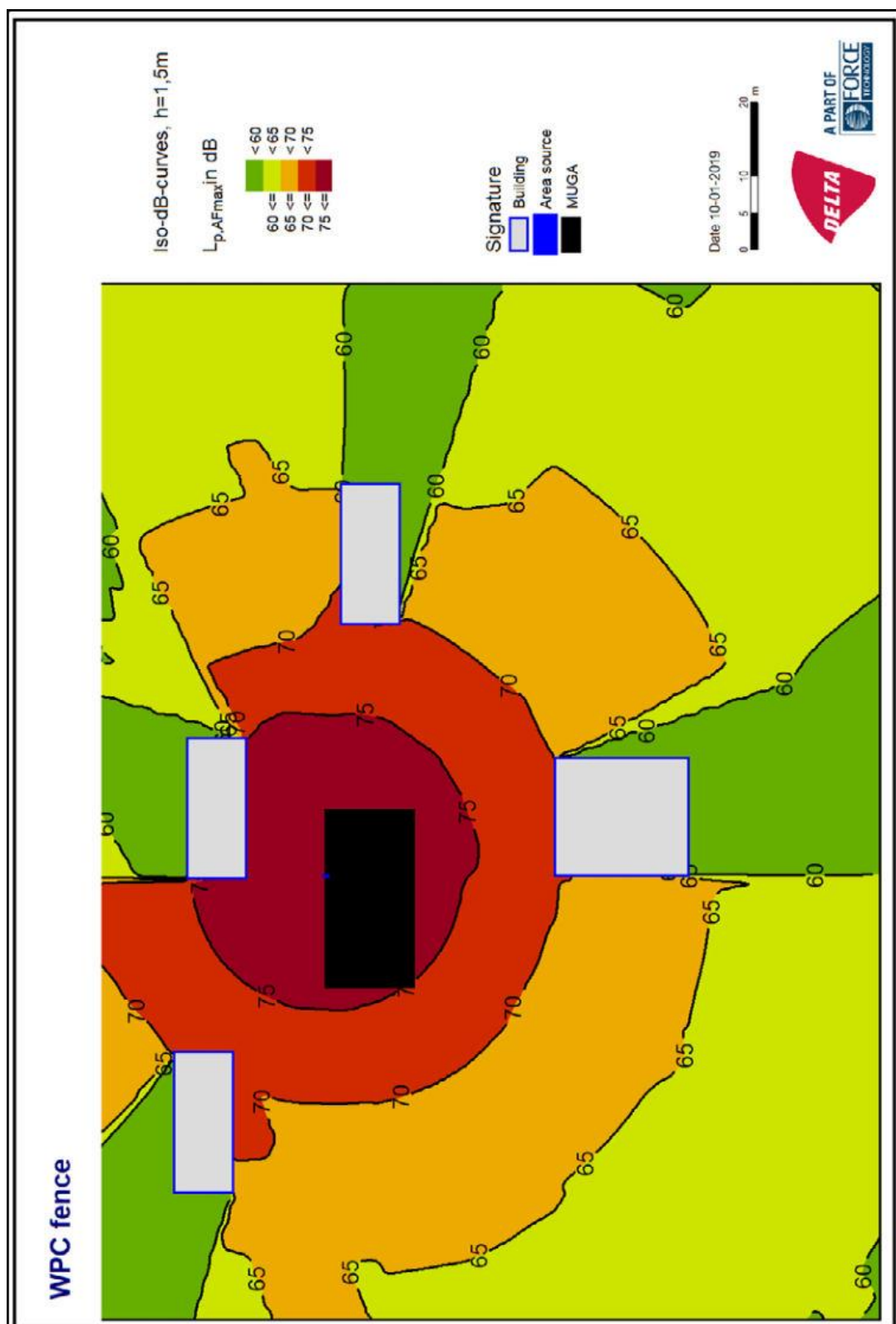
8.2 Šíření hluku s HDPE panelem pro rychlost míče 80 km/h



Obrázek 2

Hlukový obrys (ISO dB-křivky) z příkladu MUGA s HDPE panely a referenční rychlostí míče 80 km/h.

8.3 Šíření hluku s WPC panelem pro rychlost míče 80 km/h

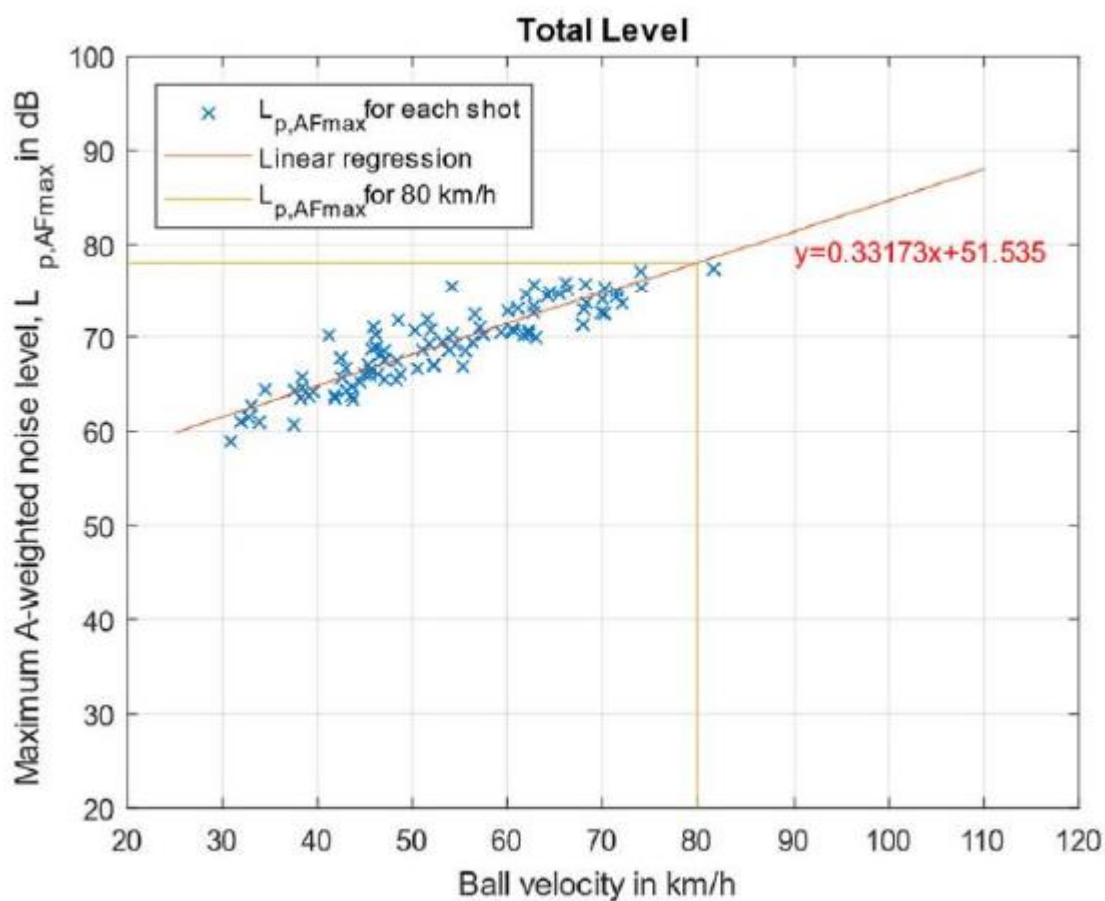


Obrázek 3

Hlukový obrys (ISO dB-křivky) z příkladu MUGA s WPC panely a referenční rychlostí míče 80 km/h.

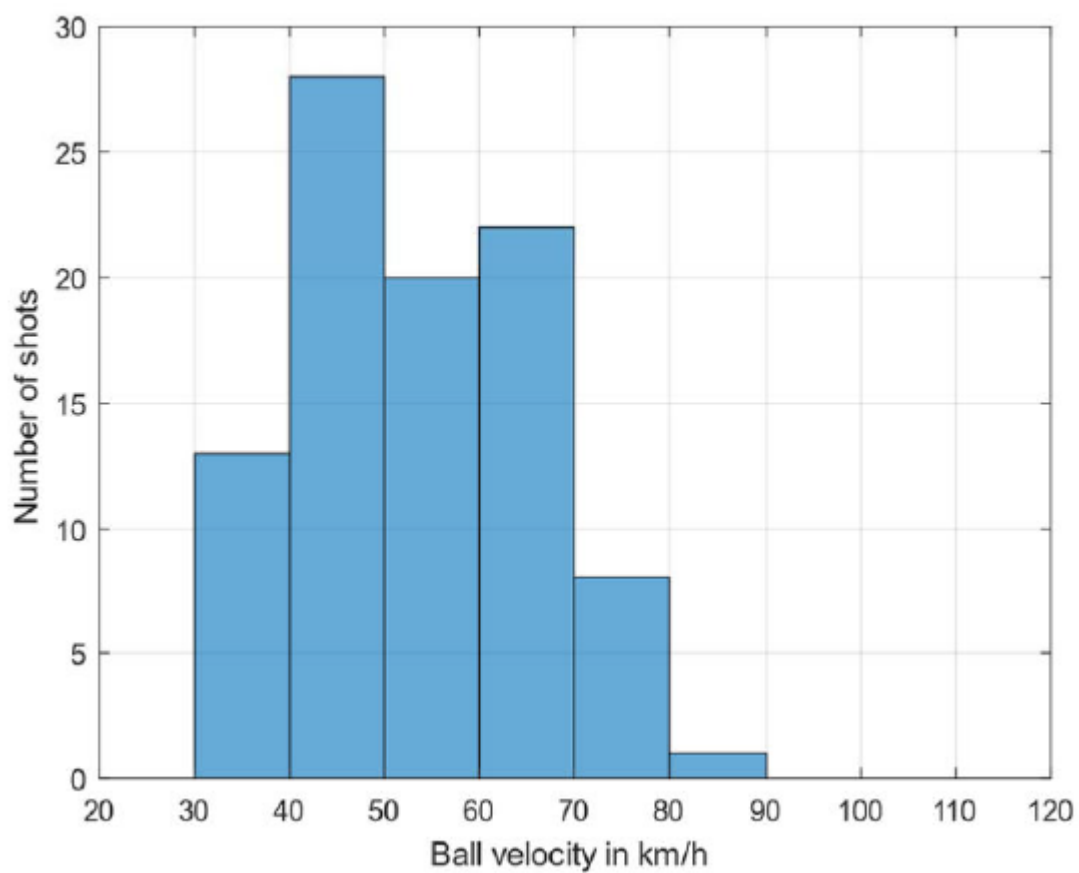
Příloha 1 – Výsledky měření pro ocelové panely

Datum: 27. Listopadu 2018
Měřicí období: 8:00 – 12:00
Místo: Starup Skole, Haderslev, Dánsko



Obrázek 4

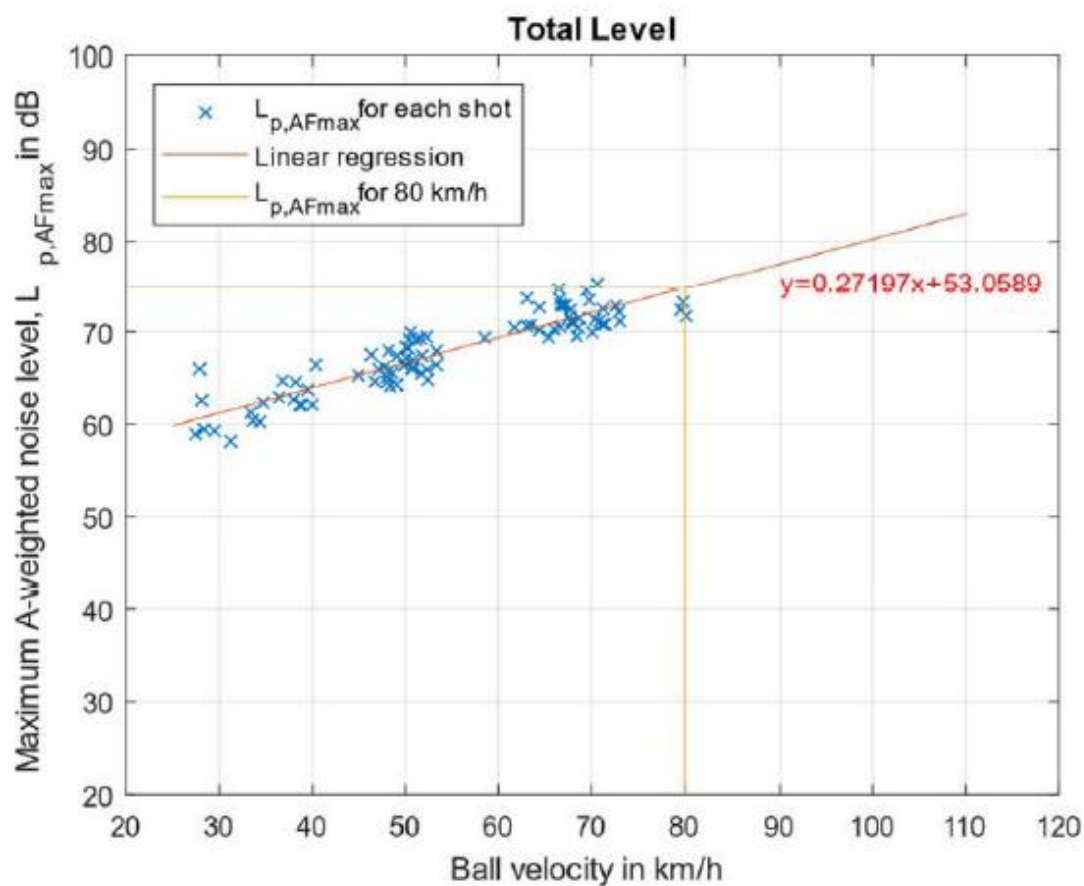
Maximální hladina hluku vážená A, $L_{p,AFmax}$, zobrazená jako funkce rychlosti míče.



Obrázek 5
Počet ran na rychlost míče (celkem 92 ran).

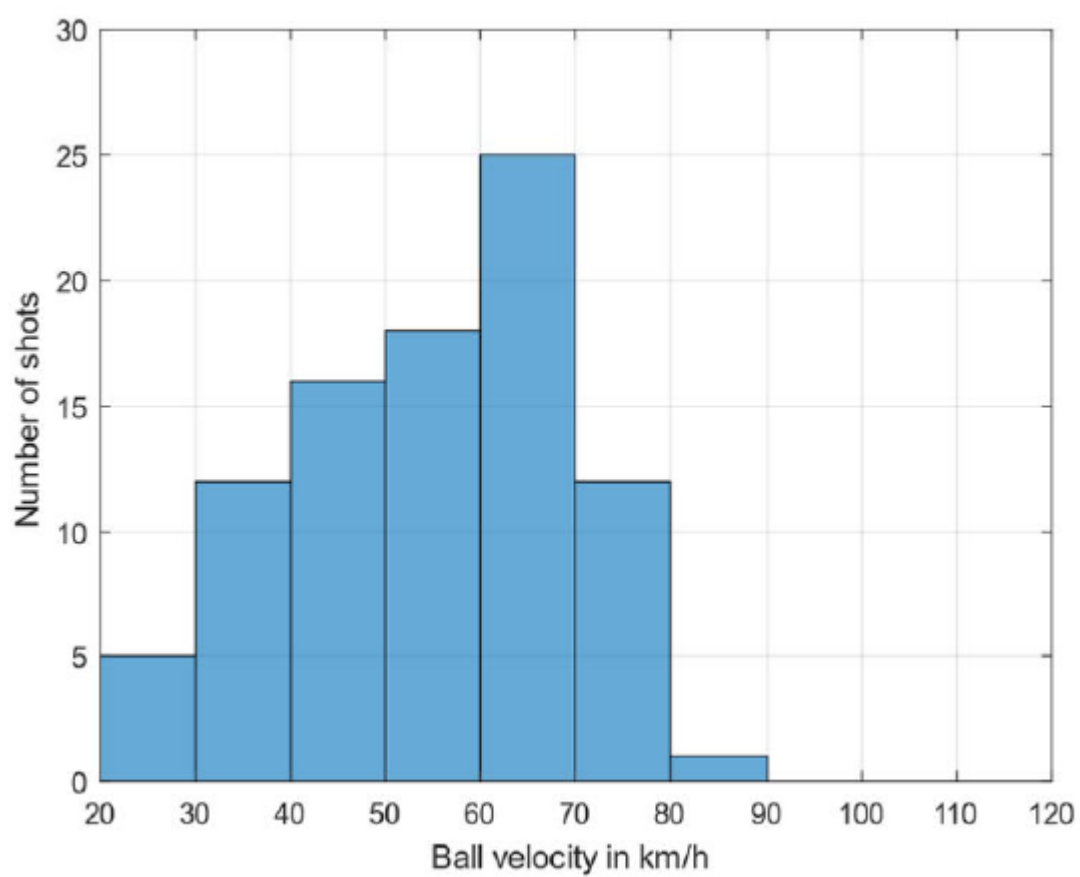
Příloha 2 – Výsledky měření pro HDPE panely

Datum: 27. Listopadu 2018
Měřicí období: 8:00 – 12:00
Místo: Starup Skole, Haderslev, Dánsko



Obrázek 6

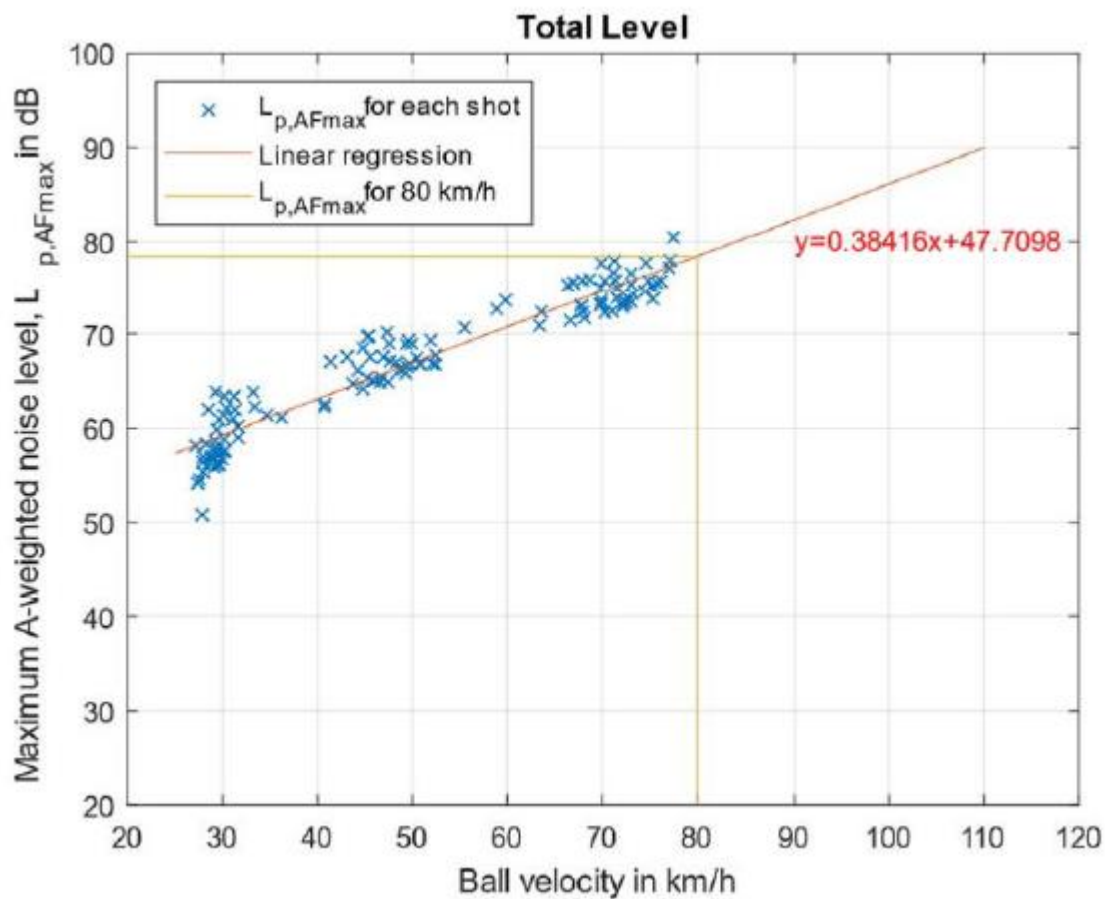
Maximální hladina hluku vážená A, $L_{p,AFmax}$, zobrazená jako funkce rychlosti míče.



Obrázek 7
Počet ran na rychlost míče (celkem 89 ran).

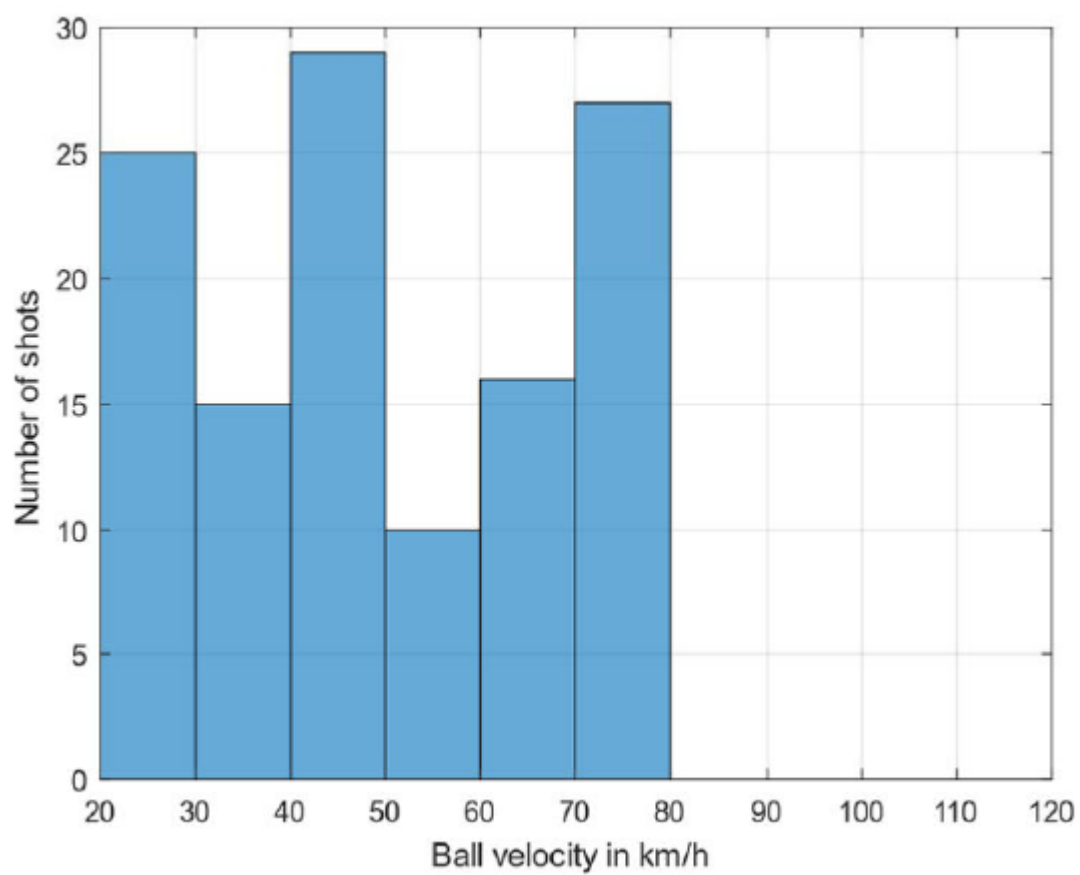
Příloha 3 – Výsledky měření pro WPC panely

Datum: 17. Prosince 2018
Měřicí období: 9:00 – 10:30
Místo: Starup Skole, Haderslev, Dánsko



Obrázek 8

Maximální hladina hluku vážená A, $L_{p,AFmax}$ zobrazená jako funkce rychlosti míče.



Obrázek 9
Počet ran na rychlost míče (celkem 122 ran).

Příloha 4 – Prostředí měření a objekt měření, Ocelový panel



Obrázek 10
Ocelový panel při pohledu zevnitř MUGA.



Obrázek 11
Ocelový panel při pohledu od mikrofonu.

Příloha 5 – Prostředí měření a objekt měření, HDPE panel



Obrázek 12
HDPE panel při pohledu zevnitř MUGA.



Obrázek 13
HDPE panel při pohledu od mikrofonu.

Příloha 6 – Prostředí měření a objekt měření, WPC panel



Obrázek 14
WPC panel při pohledu zevnitř MUGA.



Obrázek 15
WPC panel při pohledu od mikrofonu.

Příloha 7 – MUGA a fotbalové míče



Obrázek 16

Fotografie tří identických fotbalových míčů použitých při testu.



Obrázek 17

Fotografie MUGA arény použité při testu.

Příloha 8 – Silné stránky zdroje

Name	Source type	for A	m, m ²	Lw	dB(A)	Day histogram	Emission spectrum	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	16kHz
Steel	Area		0,5	105,6	100%/24h	1-1 oktav Steel		88,5	100,1	97,1	98,8	96,9	95,9	95,9	95,1	89,4
HDPC	Area		0,5	102,6	100%/24h	1-1 oktav HDPC		86,4	95,7	93,5	93,5	93,5	97,1	95,3	88,9	85,8
WPC	Area		0,5	105,9	100%/24h	1-1 oktav WPC		82,8	98,3	97,8	95,7	95,9	101,3	96,1	89,2	77,8

Příloha 9 – Instrumentace

No.	Equipment	Make	Type	Calibration	
				Previous	Next
09L033	Preamplifier	G.R.A.S.	26CF	2016-12-05	2018-12-05
09L037	Preamplifier	G.R.A.S.	26CF	2017-06-28	2019-06-28
06L063	½" Microphone	G.R.A.S.	40AE	2018-01-02	2019-01-02
06L061	½" Microphone	G.R.A.S.	40AE	2018-06-07	2019-06-07
02L023	Calibrator	Brüel & Kjær	4231	2018-10-15	2019-04-15
02L019	Calibrator	Brüel & Kjær	4231	2018-10-15	2019-04-15
14L004	Data aq. Card	National Instruments	NI9233	2016-12-08	2018-12-08
14L014	Data aq. Card	National Instruments	NI9233	2017-06-27	2019-06-27

Pro záznam a analýzu byl použit program noiseLAB 4.0 a zakázkově navržený software od DELTA.

Pro analýzu šíření byl použit SoundPLAN ver. 8.0.

Všechny přístroje a programy jsou pravidelně kalibrovány.

Příloha 10 – Stručný úvod k hluku

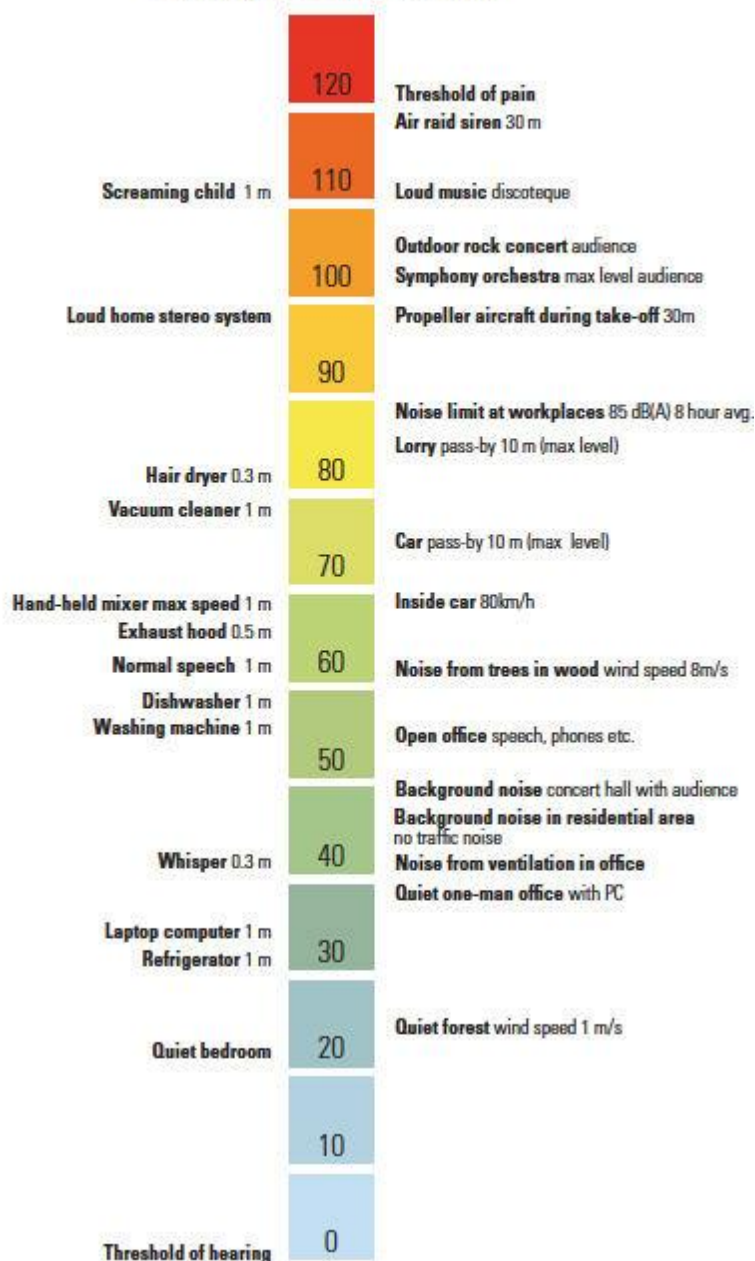
Hluk je obecně definován jako nežádoucí zvuk. Zvuk z rockového koncertu může být považován publikem za hudbu a zároveň za hluk sousedů. Světová zdravotnická organizace prostřednictvím svých „pokynů pro hluk“ prokázala, že nadměrné vystavování se hluku představuje riziko pro zdraví z hlediska duševního i fyzického zdraví. Obecným pokynem stanoveným Světovou zdravotnickou organizací je snažit se co nejvíce minimalizovat hluk, zejména v obytných oblastech.

Kvantifikace hluku

Jakýkoli druh zvuku se měří přímo jako kolísání rovnovážného tlaku. Rozsah těchto kolísání je extrémně velký a nejtišší, ale přesto slyšitelné zvuky při 1000 Hz jsou výsledkem takového kolísání s úrovní $20 \cdot 10^{-6}$ pascalů. Horní hranice je zhruba 10^5 pascalů. Protože je nepraktické pracovat v tak velkém rozsahu čísel, používá se místo toho logaritmická stupnice. To umožňuje definici nejmenšího slyšitelného zvuku jako $0 \text{ dB}_{\text{ref}20\mu\text{Pa}}$ a nejhlasitějšího jako $194 \text{ dB}_{\text{ref}20\mu\text{Pa}}$. „dB“ se nazývá decibely a odkaz na 20 mikropascalů je často implicitní.

Typical noise levels

Sound pressure level dB(A)



Obrázek 18

Příklady úrovní různých zvuků v dB(A). [Z DELTA „Støjbarometru“
<https://acoustics.madebydelta.com/viden/>]

Vnímání hluku

Vnímání hluku je mimo jiné ovlivněno úrovní, frekvenčními charakteristikami a časovými odchylkami. Tam, kde je úroveň popsána hodnotou dB, mohou být zahrnuty další informace včetně frekvenčního a časového vážení – některé z nejběžnějších jsou uvedeny níže.

A-vážení (frekvence)	A-vážení je nejpoužívanější frekvenční vážení. Je vyrobeno k zahrnutí skutečnosti, že lidé nejsou stejně vnímaví vůči zvuku různých frekvencí. Použití A-vážených hodnot dělá to tak, že dva zvuky, které jsou vnímány jako stejně hlasité, jsou také popsány stejnou hodnotou dB(A) – na rozdíl od toho, co by bylo pomocí hodnot dB přímo. Z tohoto důvodu se hodnoty dB(A) běžně používají v legislativě i ve specifikacích výrobků.
Pomalů rychle/ impuls (čas)	Jelikož zvuk se měří jako kolísání tlaku v průběhu času, tak musí být pro jeho kvantifikaci použita časová báze. To znamená, že se nemůžete dívat na zvuk v nekonečně malém časovém intervalu. Typické časové základny se nazývají pomalé, rychlé a impulzní a označují se S, F nebo I.
Ekvivalentní úroveň (čas)	Ekvivalentní úroveň je mírou expozice posluchače za určité časové období. Toto číslo se obvykle používá při popisu zvuku, kterému je člověk vystaven během pracovního dne. Truhlář může strávit půl dne s kladivem v ruce a druhou polovinu diskutovat se zákazníkem. Pro výpočet jeho denní expozice se používá průměr za 8hodinový pracovní den, nazývá se L_{Aeq} a označuje se dB _{A,8H} . Tato hodnota není ovlivněna volbou časové váhy S, F nebo I.
Maximum (čas)	Toto měření se používá k zobrazení maximální úrovně, které byla osoba vystavena během určitého časového období. Pro příklad tesaře by to odpovídalo jedinému úderu kladiva, které vydává nejhlasitější zvuk. Hodnota je silně závislá na volbě časového vážení S, F nebo I, kde vážení S poskytne nejmenší hodnotu a vážení I největší.

Tabulka 4

Běžné typy vážení pro zvuk.