

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta aplikovaných věd

Katedra mechaniky



# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Stavební a stavebně fyzikální řešení sportovní střelnice

Vypracoval:

Bc. David Pokorný

Osobní číslo:

A19N0061P

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.

Akademický rok:

2020/2021

## ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd  
Akademický rok: 2020/2021

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. David POKORNÝ**  
Osobní číslo: **A19N0061P**  
Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Stavatelství**  
Téma práce: **Stavební a stavebně fyzikální řešení sportovní střelnice**  
Zadávající katedra: **Katedra mechaniky**

#### Zásady pro vypracování

1. Technické a konstrukční řešení střelnice.
2. Provozní a dispoziční řešení, poznatky a postupy u střelnice, stavebně fyzikální řešení – hluk, osvětlení, tepelná ochrana, materiály.
3. Ukázka a optimalizace řešení konstrukce střelnice.
4. Důsledky provozu a provozní řády, omezení okolí a vstupu.

Rozsah diplomové práce: **min. 80 stran**  
Rozsah grafických prací: **práce skládající se z výkresů a textových částí**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. Dostupná dokumentace objektu střelnice.
2. Podklady výrobců stavebních materiálů.
3. Obecně technické požadavky pro stavby.
4. Platné normy pro navrhování staveb a stavební fyziku řady ČSN 73...

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.**  
Katedra mechaniky

Datum zadání diplomové práce: **1. července 2020**  
Termín odevzdání diplomové práce: **6. ledna 2021**



*Radová*

**Doc. Dr. Ing. Vlasta Radová**  
děkanka

*Jan Vimmr*

**Doc. Ing. Jan Vimmr, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Plzni dne 1. července 2020

## Čestné prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „Stavební a stavebně fyzikální řešení sportovní střelnice“ vypracoval samostatně, pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce Ing. Ludka Vejvary, Ph.D. a s využitím zdrojů, které jsou součástí této práce.

V Plzni, dne .....

Bc. David Pokorný

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Ludkovi Vejvarovi, Ph.D. za pomoc při psaní této práce a za jeho odborný dohled. Rovněž bych chtěl poděkovat mé rodině, která mi byla velkou oporou a všem mým nejbližším, kteří se mnou měli při psaní této práce trpělivost.

## **Anotace**

Práce se zabývá návrhem sportovní střelnice pro vzduchové a brokové palné zbraně. Jedná se o stavební a stavebně fyzikální řešení této střelnice. Jedna část je věnována zatřídění těchto střelnic a navrhování střelnic z hlediska požadavků a prvků, které musí obsahovat. Další část je věnována samotnému návrhu vnitřní a venkovní střelnice z hlediska konstrukce, akustiky a tepelné techniky. Venkovní střelnice jsou navrženy pro olympijské disciplíny SKEET a TRAP.

Všechny části této práce byly zpracovány v souladu s platnými aktuálními normami a znalostmi. K vypracování textové části byl použit program Microsoft Word a Microsoft Excel. Pro výkresovou část byl použit program AutoCAD 2019. Tepelné posouzení bylo provedeno pomocí programu Teplo 2017 EDU. Akustické posouzení bylo provedeno v programu Neprůzvučnost 2010 a v programu HLUK+.

## **Klíčová slova**

střelnice, akustika, ohrožené prostory, ochranná zařízení, ochrana sluchu, hluk, konstrukce, TRAP, SKEET

## **Annotation**

The work deals with the design of a sport shooting range for air and shotgun firearms. It is a construction and construction physical solution of this shooting range. One part is devoted to the classification of these firing ranges and the design of firing ranges in terms of the requirements and elements they must contain. Another part is devoted to the actual design of the indoor and outdoor shooting range in terms of construction, acoustics and warm technology. Outdoor shooting ranges are designed for the Olympic disciplines SKEET and TRAP.

All parts of this work have been processed in accordance with current standards and knowledge. Microsoft Word and Microsoft Excel were used to create the text section. AutoCAD 2019 was used for the drawing part. The thermal assessment was carried out using the Teplo EDU 2017 programme. The acoustic assessment was carried out in the Neprůzvučnost 2010 programme and in the HLUK+ programme.

## **Keywords**

shooting range, acoustics, endangered areas, protective equipment, hearing protection, noise, construction, TRAP, SKEET

# Obsah

Úvod .....	14
1 Vstupní údaje.....	15
1.1 Informace o projektu.....	15
1.2 Popis území stavby .....	15
1.3 Popis budovy .....	17
1.3.1 Dispoziční a provozní řešení 1.NP.....	17
1.3.2 Dispoziční a provozní řešení 2.NP.....	18
2 Zatřídění střelnic .....	19
2.1 Kombinace a druhy střelnic .....	19
2.2 Rozdělení střelnic .....	23
2.2.1 Kategorie .....	23
2.2.2 Třídy .....	23
2.2.3 Skupiny.....	24
3 Navržení střelnic .....	24
3.1 Požadavky na řešení střelnic .....	24
3.1.1 Všeobecné požadavky.....	24
3.1.2 Bezpečnost.....	24
3.1.3 Hygiena prostředí.....	25
3.1.4 Požární bezpečnost.....	25
3.1.5 Ekologie .....	25
3.1.6 Požadavky pro střelnice a jejich zařízení .....	25
3.1.6.1 Obecná a správní zařízení.....	26
3.2 Ustanovení a prvky vnitřní střelnice.....	27
3.2.1 Základní terminologie.....	27
3.2.2 Obecná ustanovení pro vnitřní střelnice.....	28



---

3.2.2.1	Prostor střeště .....	28
3.2.2.2	Hodiny .....	29
3.2.2.3	Označení terčových zařízení.....	29
3.2.2.4	Vzdálenost střelby .....	30
3.2.2.5	Umístění středu terče.....	30
3.2.2.6	Terče a terčová zařízení.....	30
3.2.2.7	Střelecké stanoviště.....	32
3.2.2.8	Světelné výšky .....	33
3.2.2.9	Řídící střelby .....	34
3.2.3	Vnitřní ochranná zařízení.....	34
3.2.3.1	Vnitřní ohrožené prostory .....	35
3.2.3.2	Výstražné a informační prvky střelnic .....	37
3.2.3.3	Ochranný a akustický obklad .....	39
3.2.3.4	Podhled.....	40
3.2.4	Hygiena prostředí.....	41
3.2.4.1	Akustické požadavky .....	41
3.2.4.2	Ochrana zraku .....	41
3.2.4.3	Škodliviny .....	41
3.2.4.4	Zdravotnické a sociální vybavení.....	42
3.2.4.5	Větrání .....	42
3.2.4.6	Vytápění.....	42
3.2.4.7	Osvětlení .....	42
3.2.5	Požární bezpečnost.....	43
3.2.6	Ekologie .....	43
3.3	Ustanovení a prvky venkovní střelnice .....	43
3.3.1	Střelecká broková disciplína TRAP .....	45
3.3.2	Střelecká broková disciplína SKEET .....	46
3.3.3	Základní terminologie.....	46
3.3.4	Obecná ustanovení pro venkovní brokové střelnice .....	47

---

3.3.4.1	Umístění.....	47
3.3.4.2	Dopadová zóna.....	47
3.3.4.3	Střeliště.....	47
3.3.4.4	Vzdálenost střelby .....	49
3.3.4.5	Terče.....	49
3.3.5	Venkovní ochranná zařízení.....	50
3.3.5.1	Záchytný val.....	50
3.3.5.2	Ochranná stěna .....	52
3.3.5.3	Ohrožené prostory .....	54
3.3.5.4	Výstražné a informační prvky.....	56
3.3.5.5	Přístřešek.....	57
3.3.5.6	Ohraničení střelnice .....	58
3.3.6	Hygiena prostředí.....	58
3.3.6.1	Akustické požadavky .....	58
3.3.6.2	Škodliviny .....	59
3.3.6.3	Zdravotnické a sociální vybavení.....	59
3.3.7	Požární bezpečnost.....	59
3.3.8	Ekologie .....	59
3.4	Dokumentace střelnic.....	59
3.4.1	Odborné a znalecké posudky .....	60
3.4.2	Obsah.....	60
3.5	Provoz střelnic .....	60
3.5.1	Uvedení do provozu a zrušení.....	60
3.5.2	Provozní řád .....	61
3.6	Sklady zbraní a munice .....	61
4	Vnitřní střelnice.....	63

4.1	Konstrukční systém.....	63
4.2	Přehled zatížení.....	64
4.2.1	Stálé zatížení.....	64
4.2.2	Proměnné zatížení.....	64
4.3	Svislé konstrukce.....	65
4.3.1	Svislé konstrukce skladů.....	65
4.3.2	Porovnání svislých konstrukcí vnitřní střešnice.....	65
4.3.2.1	Tepelně technické porovnání svislých konstrukcí.....	67
4.4	Vodorovné konstrukce.....	73
4.4.1	Vodorovné konstrukce skladů.....	73
4.4.2	Porovnání podlah vnitřní střešnice.....	73
4.4.2.1	Tepelně technické porovnání podlah.....	74
4.4.3	Stropní konstrukce vnitřní střešnice.....	77
4.4.3.1	Tepelně technické posouzení stropu.....	77
4.5	Akustika vnitřní střešnice.....	79
4.5.1	Základní terminologie.....	79
4.5.2	Pohlcování zvuku a šíření hluku v uzavřeném prostoru.....	81
4.5.3	Limity hluku pro vnitřní prostředí staveb.....	86
4.5.4	Měření.....	87
4.5.5	Výpočet hladiny akustického tlaku.....	89
4.5.6	Výpočet doby dozvuku vnitřní střešnice.....	91
4.5.7	Akustické posouzení svislých konstrukcí.....	91
4.5.7.1	Vnitřní stěna.....	91
4.5.7.2	Obvodová konstrukce.....	92
4.5.8	Akustické posouzení vodorovných konstrukcí.....	93
4.5.8.1	Stropní konstrukce.....	93

5	Venkovní střelnice .....	94
5.1	Střelnice pro disciplínu TRAP .....	95
5.1.1	Technická ustanovení pro střeliště TRAP .....	95
5.1.1.1	Okop pro vrhačky .....	95
5.1.1.2	Vzdálenost mezi okopy .....	95
5.1.1.3	Vrhačky .....	95
5.1.1.4	Limity pro terče .....	96
5.1.2	Konstrukce stanoviště .....	96
5.1.3	Konstrukce okopu .....	96
5.1.3.1	Schodiště okopu .....	97
5.1.3.2	Základy okopu .....	98
5.2	Střelnice pro disciplínu SKEET .....	99
5.2.1	Technická ustanovení pro střeliště SKEET .....	99
5.2.1.1	Limity pro terče .....	99
5.2.2	Konstrukce stanoviště .....	100
5.2.3	Konstrukce věží .....	100
5.2.3.1	Schodiště věží .....	101
5.2.3.2	Základy věží .....	102
5.3	Akustika venkovní střelnice .....	103
5.3.1	Základní terminologie .....	103
5.3.2	Šíření zvuku ve volném prostoru .....	105
5.3.3	Měření a hodnocení impulsního hluku střelby .....	106
5.3.4	Akustické posouzení venkovní střelnice .....	109
5.3.4.1	Porovnání výsledků .....	109
6	Závěr .....	113
	Seznam příloh .....	116

Seznam zdrojů.....	117
Seznam obrázků.....	120
Seznam tabulek .....	122

## Úvod

Práce je zaměřena na zpracování stavebního a stavebně – fyzikálního řešení střelnice, která je navržena na pozemku č. p. 1848/2 Vysoká u Dobřan. Tento pozemek bude sloužit jako areál pro několik střelnic a navržená budova bude sloužit jako zázemí pro chod celého areálu.

O tomto projektu se již delší dobu mluví jak mezi širokou veřejností, tak mezi podnikateli a investory. Realizací tohoto projektu by mohl na pozemku vzniknout komplex střelišť, na kterých by mohla trénovat dokonce Armáda České republiky. Nemalý zájem je i ze strany ČSS (Český střelecký svaz), který by tím získal střeliště s parametry pro konání a pořádání mezinárodních závodů, jako jsou např.: Mistrovství Evropy, Mistrovství světa nebo Světový pohár. Toto téma jsem si vybral proto, že je mi prostředí střelnic velice blízké a rád bych se jím v budoucnu zabýval.

V této práci bych rád navázal na svou bakalářskou práci a zaměřil se na rozebrání specifických problémů, které navrhování staveb provází. Využity budou normy pro výstavbu střelnic, zákony o zbraních a střelivu, požadavky a technická pravidla podle ISSF (International Shooting Sport Federation). Inspirací budou také místní a zahraniční střelnice, kterých je po světě nepřehledné množství.

# 1 Vstupní údaje

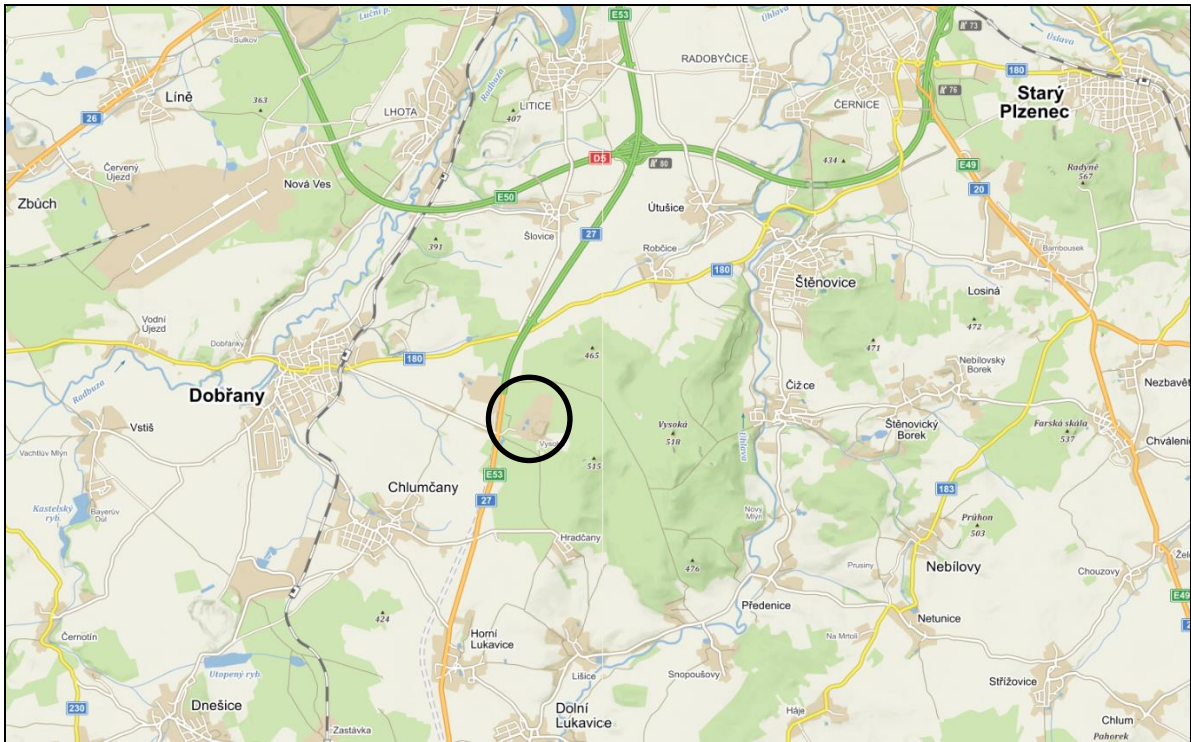
## 1.1 Informace o projektu

Projekt navrhuje dispoziční řešení pozemku Vysoká. Pozemek obsahuje polyfunkční budovu, která bude sloužit jako zázemí sportovců, realizačních týmů, televize a samozřejmě bude přístupná pro veřejnost. Dále je zde navrženo 5 kombinovaných střelnic pro brokové disciplíny TRAP a SKEET, které odpovídají svými parametry střelnicím pro konání mezinárodních závodů. Do budoucna je v plánu vybudování celého komplexu střelnic. Komplex by mohl obsahovat střelnice pro: AČR (Armáda České republiky), IPSC (International Practical Shooting Confederation), biatlon, běžící terč a v neposlední řadě i pro myslivecké spolky.

## 1.2 Popis území stavby

Místo stavby je ulice Vysoká 1035, 334 41 Dobřany, obec Dobřany. Novostavba je umístěna na pozemku č. p. 1848/2. Tento pozemek je veden jako orná půda o výměře 352 520 m<sup>2</sup>. Pozemek se nachází jižně od Plzně v obci Dobřany [557676], v katastrálním území Dobřany [627615]. Terén pozemku je rovinný a v současné době se na něm nenachází žádné jiné stavby. Přístupný bude areál v jižní části z ulice Vysoká, která je odbočkou z evropské silnice E53.

Novostavba je v souladu územním rozhodnutím a splňuje požadavky územního plánu. V okolní zástavbě nejsou žádné stávající objekty. Stavba tudíž nebude bránit svojí výškou v užívání okolních pozemků. Objekt je navržen mimo záplavové a poddolované území. Před samotnou realizací bude třeba odstranit dřeviny, které se zde v současné době nacházejí.



Obrázek 1: Situace širších vztahů [1]



Obrázek 2: Výsek pozemku z katastru nemovitostí [2]



## 1.3 Popis budovy

Budova je nepravidelného půdorysného tvaru „U“. Délka stavby je 85 m, šířka je necelých 30 m. Výška budovy je 9,72 m. Budova má dvě nadzemní podlaží s plochou střechou. V severní části budovy je umístěno hlediště pro diváky s výhledem na finálovou střelnici.

Nosná konstrukce je tvořena kombinovaným konstrukčním systémem a je rozdělena do dvou částí. Obě postranní části tvoří železobetonový skelet se sloupy, průvlaky a s výplňovým zdívem a podélná část objektu je tvořena z keramických cihel Porothem. Celá stavba je zateplena kontaktním zateplovacím systémem. Stavba je založena na základových pasech a patkách. Stropy a konstrukce střechy je tvořena monolitickou železobetonovou deskou. Výplně otvorů jsou pravidelných obdélníkových tvarů a fasáda je světle hnědé barvy.

Budova je navržena tak, aby splňovala požadavky na bezbariérovost [3] a mohly se v ní pohybovat osoby se sníženou schopností pohybu. Výškové rozdíly podlah nejsou větší než 20 mm a sociální zařízení splňují požadavky platných normativních předpisů. Na parkovišti před budovou jsou navržena a viditelně označena parkovací místa pro tyto osoby.

### 1.3.1 Dispoziční a provozní řešení 1.NP

Přibližně ve třetinách budovy se nacházejí dva výtahy, které jsou obklopené trojramenným schodištěm š. 1500 mm.

V pravém křídle se nachází prostory pro údržbu a skladování strojů. Personál údržby má k dispozici vlastní vchod z boku budovy a vlastní zázemí se sociálním zařízením. Dále jsou v této části navrženy prostory pro regeneraci sportovců. Jedná se především o saunu a vířivku. V pravé části nalezneme ještě laserovou střelnici, která bude sloužit pro komerční tak veřejné účely. Vedle ní jsou situovány dámské pánské šatny pro sportovce.

Při vstupu do atria se po pravé straně nachází recepce s personálem, která má výhled na celé atrium, kde se nachází prostor pro odpočinek a relaxaci závodníků a návštěvníků střelnice. Z atria pak vede chodba, která je určena jen pověřeným osobám a sportovcům. Z této chodby jsou vstupy do administrativních prostor a k místnostem pro dopingové kontroly. Před těmito místnostmi se nachází dvě technické místnosti. Samotná chodba pak vede přímo ke střelišti.

V levé části prvního podlaží se nachází sociální zařízení, které je zrcadlově otočeno i v pravé části budovy. Dále je zde navržen byt pro správce střelnice, který by měl udržovat chod areálu.

V neposlední řadě se zde nacházejí sklady zbraní a munice, které jsou navrženy v souladu nařízením vlády [4]. Naproti těmto skladům je situována vnitřní desetimetrová střelnice pro střelbu ze vzduchových zbraní se 12 stanovišti, která je navržena podle české technické normy [5].

Před budovou je navrženo parkoviště jak pro osobní automobily, tak pro autobusy, které sem budou přivážet sportovce. Parkoviště splňuje i požadavky pro osoby se ZTP, viz předchozí odstavec.

### **1.3.2 Dispoziční a provozní řešení 2.NP**

Nad sociálními zařízeními 1.NP jsou navrženy stejné zařízení pro návštěvníky areálu. Nad částí atria je navržena společenská místnost, která bude sloužit pro soukromé účely místního střeleckého spolku. Pro sportovce a realizační týmy je zde navrženo 15 dvoulůžkových pokojů s vlastním sociálním zařízením.

Dále se zde nachází bistro s vlastní kuchyňkou a zázemím pro obsluhu. Z bistra je možno vyjít na venkovní terasu, která je určena ke sledování sportovního dění. Část terasy je odstupňována tak, aby zde vznikl prostor pro televizní štáby a novináře. Před terasou se nachází hlediště pro 268 diváků, na které je oddělený přístup z parkoviště kolem budovy.

## 2 Zatřídění střelnic

V této kapitole bude popsáno, jaké typy střelnic máme a jak se rozřadí přímo naše střelnice v této diplomové práci.

### 2.1 Kombinace a druhy střelnic

Zde je nastíněno, jaké všechny kombinace a druhy střelnic můžeme mít. Schémata jsou převzata z normy ČSN 39 5401. Schémata mají obecnou platnost a obsahují všechny teoreticky možné kombinace podle jednotlivých kritérií. [5] Objektem řešení jsou v našem případě v areálu dva typy střelnic.

1. Tunelová krytá střelnice pro krátké a dlouhé palné zbraně, pro bezplášťové olověné střely, se vzdáleností do 10 m, s pevně danou délkou střelby se stálou dobou trvání provozu, veřejná, komerční a pro zkušební a sportovní účely. [5]

*To znamená:*

- střelnice je umístěna v uzavřeném prostoru
- záchytná a ochranná zařízení zaručují, že žádná (ani odražená) střela nemůže opustit prostor střelnice
- může se zde střílet jak z krátkých zbraní (délka hlavně nepřesahuje 300 mm nebo celková délka nepřesahuje 600 mm), tak z dlouhých zbraní (taková, která není krátkou zbraní)
- střelba náboji s jednotnou bezplášťovou střelou z olova nebo jiného měkkého materiálu
- střelba pouze na jednu stanovenou terčovou linii
- PČR vydá souhlas k trvalému provozu a musí na ni být vydáno kolaudační rozhodnutí

- střelnice samotná bude přístupna veřejnosti nebo vymezené části veřejnosti
- střelnice provozovaná jako podnikání
- střelnice určená ke zkoušení a předvádění zbraní a nábojů
- střelnice určená pro sportovní střelbu podle pravidel sportovní střelby pro příslušnou disciplínu nebo disciplíny

**2.** Venkovní otevřená střelnice pro brokovnice, pro bezplášťové olověné střely, se vzdáleností do 100 m, s proměnlivou délkou střelby, s pohyblivou terčovou linií, se stálou dobou trvání provozu, veřejná, komerční a pro zkušební, sportovní a myslivecké účely. [5]

*To znamená:*

- střelnice umístěná ve venkovním prostoru
- střelnice pro brokovnice – dlouhé palné zbraně
- střelba náboji s jednotnou bezplášťovou střelou z olova nebo jiného měkkého materiálu
- střelba na pohyblivou terčovou linii
- PČR vydá souhlas k trvalému provozu a musí na ni být vydáno kolaudační rozhodnutí
- přístup veřejnosti nebo vymezené části veřejnosti
- střelnici lze provozovat jako podnikání
- střelnice určená ke zkoušení a předvádění zbraní a nábojů
- střelnice určená pro sportovní střelbu podle pravidel sportovní střelby pro příslušnou disciplínu nebo disciplíny
- střelnice pro střelbu mysliveckých disciplín [5]

	druhy střelnic	druhy střelnic	druhy střelnic	druhy střelnic	druhy střelnic	druhy střelnic
	<i>podle</i>	<i>podle</i>	<i>podle</i>	<i>podle</i>	<i>podle</i>	<i>podle</i>
	stavebního řešení	možného úniku střel	použitelných zbraní a střeliva	použitelných střel	dálky střelby	rozsahu dálky střelby
střelnice :	venkovní	krytá	pro krátké palné zbraně		do 10 m	s pevně danou dálkou střelby
	tuneiová	polokrytá	pro dlouhé palné zbraně	pro bezplášťové olověné střely	do 20 m	s pevně danými dálkami střelby
	kombinovaná	otevřená	pro malorážky	pro plášťové střely	do 25 m	s proměnlivou dálkou střelby
			pro brokovnice		do 30 m	
			pro plynové zbraně		do 50 m	
			pro paintbal		do 100 m	
					do 200 m	
					do 300 m	
					do 500 m	
					nad 500 m	

Obrázek 3: Kombinace střelnic – schéma 1 [5]

druhy střelnic s proměnlivou dálkou střelby	druhy střelnic	druhy střelnic	druhy veřejných střelnic	druhy střelnic
<i>podle</i>	<i>podle</i>	<i>podle</i>	<i>podle</i>	<i>podle</i>
způsobu změny dálky střelby	dobu trvání provozu	přístupu veřejnosti	způsobu provozování	účelu
	stálá	veřejná	komerční	zkoušební
s pohyblivou palebnou čarou	jednorázová	neveřejná	nekomerční	výcviková
s pohyblivou terčovou linií				sportovní
s pohyblivou palebnou čarou i terčovou linií				myšlivecká
				vojenská
				speciální

Obrázek 4: Kombinace střelnic – schéma 2 [5]

## 2.2 Rozdělení střelnic

Střelnice rozdělujeme podle třech kritérií. První jsou kategorie, druhé třídy a třetí skupiny. V této podkapitole jsou tyto kritéria popsána a podle nich jsou zařazeny naše střelnice.

### 2.2.1 Kategorie

Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C
střelnice venkovní	střelnice tunelová	střelnice kombinovaná

**Tabulka 1:** Rozdělení střelnic podle kategorií [5]

V našem případě se jedná hned o dvě tyto kategorie: střelnice kategorie A, a kategorie B.

### 2.2.2 Třídy

Třída 1	Třída 2	Třída 3	Třída 4
Střelnice veřejná, nekomerční, sportovní	Střelnice veřejná, komerční, s pevně danou délkou střelby nebo pevně danými délkami střelby, určená pro střelbu z místa ze střeleckých stání umístěných v oddělených střeleckých boxech	Střelnice veřejná, komerční, s proměnlivou délkou střelby, určená pro střelbu ze střeleckých stání umístěných v libovolném místě výstřelného prostoru	Střelnice neveřejná

**Tabulka 2:** Rozdělení střelnic podle tříd [5]

V případě první střelnice se jedná o třídu 2 a druhá, venkovní střelnice je zařazena do třídy 3.

### 2.2.3 Skupiny

Skupina K	Skupina H
Střelnice pro kulové zbraně (střelnice pro krátké a dlouhé palné zbraně, střelnice pro malorážky, střelnice pro plynové zbraně)	Střelnice pro brokovnice (střelnice pro střelbu na asfaltové a pohyblivé terče)

**Tabulka 3:** Rozdělení střelnic podle skupin [5]

Vnitřní střelnice je skupiny K a venkovní broková střelnice je zařazena do skupiny H.

## 3 Navržení střelnic

V této kapitole se pokusím rozebrat problematiku navrhování střelnic. Obsahem bude částečné řešení navrhovaných střelnic s ohledem na požadavky na střelnice z hlediska jejich bezpečnosti, hygieny prostředí, požární bezpečnosti a ekologie.

### 3.1 Požadavky na řešení střelnic

Tyto požadavky platí pro všechny kategorie, třídy a skupiny střelnic, není-li uvedeno jinak. [5]

#### 3.1.1 Všeobecné požadavky

Střelnice každé kategorie, třídy a skupiny musí být řešena tak, aby z hlediska bezpečnosti, hygieny prostředí, požární bezpečnosti a ekologie její zařízení a prvky splňovaly dále stanovené požadavky. [5]

#### 3.1.2 Bezpečnost

Musí být zajištěna bezpečnost při střelbě, tedy ochrana před ranivými účinky střel, a to jak na vlastní střelnici, tak i mimo ni. Musí být zajištěn



nekolizní a bezpečný pohyb osob v prostoru střelnice a instalace vhodného terčového zařízení, které odpovídá druhu a určení střelnice. [5]

### **3.1.3 Hygiena prostředí**

Musí být zajištěna ochrana osob před účinky impulzního hluku a účinky škodlivých zplodin výstřelů vznikajících při výstřelu, a to především v prostoru střeliště, kabiny řídicího střeleb a dalších prostorů uvnitř i vně objektu, kde se střelnice nachází. Musí být zajištěno vhodné osvětlení a účinné větrání. V případě umělého osvětlení musí toto osvětlení splňovat předepsané hodnoty. [5]

### **3.1.4 Požární bezpečnost**

Musí být zajištěna požární bezpečnost s ohledem na manipulaci se střelivem a na únik nespáleného střelného prachu při střelbě. [5]

### **3.1.5 Ekologie**

Musí být zajištěna likvidace odpadů vznikajících provozem střelnice. [5]

### **3.1.6 Požadavky pro střelnice a jejich zařízení**

Vzhledem k tomu, že se jedna z našich střelnic bude navrhovat jako střelnice pro mezinárodní závody, je třeba stanovit minimální požadavky na rozsah této střelnice. Podle ustanovení ISSF (International Shooting Sport Federation) se doporučuje, aby brokové střelnice měly pět střelišť. To je v našem případě vyřešeno tím, že je navrženo 5 kombinovaných střelišť na disciplíny TRAP a SKEET. Střelnice pro 10 m a 50 m by pak podle těchto ustanovení měly mít 80 stanovišť. To se rozsahu této práce netýká, jelikož vnitřní střelnice je navržena jen jako tréninková a komerční o 12 stanovištích.

Střelnice pro trap a skeet mohou být kombinované. Pokud není k dispozici samotná střelnice na double trap, musí být možno střelnice pro trap upravit. Jak již bylo zmíněno, bude se zde nacházet 5 kombinovaných střelišť a jedno střeliště bude navrženo jako společné finálové pro trap, double trap a skeet.

Podle ISSF musí být 10 m střelnice budovány jako halové. To se nás v našem případě netýká. Jelikož je naše střelnice jen tréninková, je umístěna ve vnitřních prostorech budovy.

ISSF doporučuje, aby střelnice pro mistrovství světa a olympijské hry byly dokončeny alespoň 1 rok předem. V tomto případě není známo, kdy by se zde mohlo nějaké mistrovství konat, ale předpokládá se, že dokončení by splňovalo tento požadavek.

### **3.1.6.1 Obecná a správní zařízení**

Na střelnici nebo v její blízkosti musí být několik prvků, které vyžadují pravidla ISSF. Zde je popsáno, jaké to jsou, a kde se nacházejí na naší střelnici.

Jedním z požadavků je prostor na odpočinek a na převlečení pro střelce. Ten bude v atriu, které bude sloužit částečně jako lobby. Šatny budou řešeny samostatně mimo budovu jako přenosné buňky. Zasedací místnost se nachází v 2.NP a kancelářské prostory jsou v 1.NP před vstupem na venkovní střelnici. V atriu bude přímo naproti vstupu velká elektronická výsledková tabule, na které se budou promítat aktuální výsledky a pořadí. Menší výsledkové tabule budou rozmístěny na každém střelišti tak, aby na ně viděli jak střelci, tak diváci. Dalším požadavkem je prostor pro bezpečné uložení zbraní a munice. V objektu je navržen jeden sklad munice a jeden pro zbraně, které odpovídají předpisům a požadavkům na skladování těchto věcí. Pro opravu nebo odstranění vad na zbraních je potřeba zbrojářská dílna se stoly a svěraky. Ta se bude nacházet v 1.NP v prostorech údržby. Jedním z požadavků je i prostor pro komerční výstavky, kde mohou výrobci předvádět své výrobky. Ten se bude nacházet také v atriu. Pro návštěvníky střelnice je samozřejmě zajištěno a navrženo odpovídající sociální zařízení, které obsahuje i jedno WC pro imobilní. Pro komfort návštěvníků zde bude bezdrátové připojení k internetu a pro organizaci závodů samostatná pracovní síť. Prostor pro vyhlásování výsledků bude přímo vedle střeliště, kde na něj bude vidět z tribuny. Nad touto tribunou je vyhrazen prostor pro činitelé médií, rozhlasu a televize. Mezi jeden z posledních požadavků patří také prostory pro antidopingovou kontrolu včetně toalet. Tyto prostor se

nacházejí hned vedle kanceláří pro rozhodčí a jury. Požadavek na parkoviště je také splněn. Před budovou se nachází parkoviště o 112 parkovacích stáních a 6 je vyznačeno pro osoby se sníženou schopností pohybu. Je zde i dostatečně velké místo pro autobusy. Jako poslední požadavek je restaurace nebo zařízení pro stravování a občerstvení. Pro to je ve 2.NP navrženo bistro, které má svoje vlastní sociální zařízení s jedním WC pro imobilní osoby.

## 3.2 Ustanovení a prvky vnitřní střelnice

V této kapitole bude rozebráno vše ohledně vnitřních střelnic, jejich základní prvky, požadavky a jiné. Jako inspirace byly použity a popsány prvky z armádní střelnice v Plzni – Lobzích.

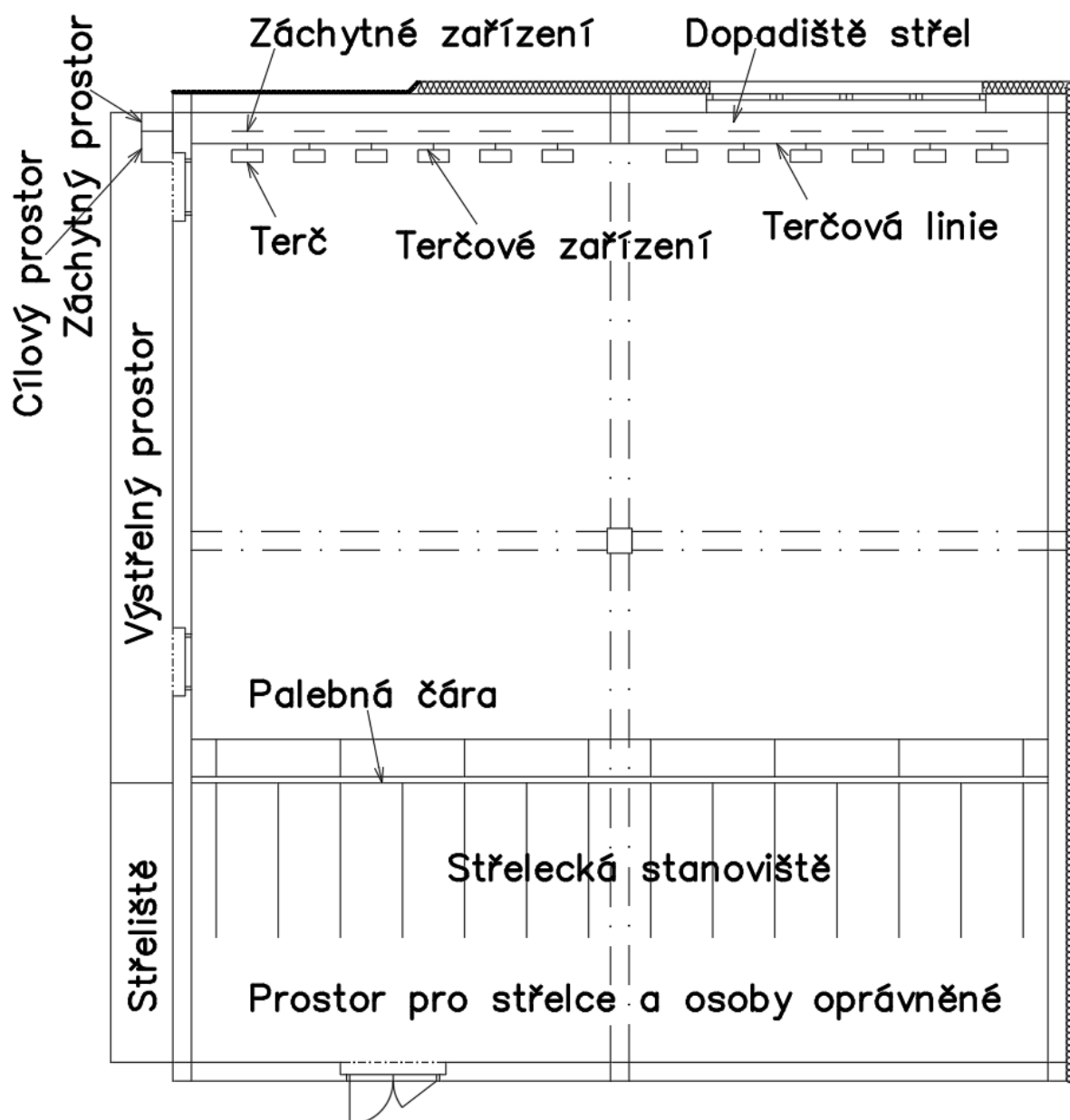
### 3.2.1 Základní terminologie

Popis střelnice:

**Střeliště** – je prostor střelnice, kam během střelby smí pouze střelci a osoby, které se přímo účastní střelby (rozhodčí, řídicí střelby, trenér, instruktor); dále se zde nachází střelecká stanoviště, ze kterých střelec střílí; jeho součástí je také palebná čára, která odděluje střelecká stanoviště od výstřelného prostoru. [5]

**Výstřelný prostor** – je prostor mezi palebnou čarou a dopadištěm střel; obsahuje cílový prostor, kam se umísťují cíle a terče a také záchytný prostor, kde se umísťují záchytná zařízení; dále obsahuje samotný terč a terčové zařízení, které slouží k uchycení terčů; terčová linie udává přesnou vzdálenost terčů od palebné čáry a musí být rovnoběžná s palebnou čarou; záchytné zařízení v záchytném prostoru slouží k bezpečnému zachycení nebo zneškodnění střel po průchodu střely cílem; nakonec se zde nachází dopadiště střel, na které dopadají mířené střely vystřelené směrem k cílům. [5]

Zde je na našem konkrétním případě ukázáno, jak bude vypadat vnitřní střelnice a jaké prvky obsahuje:



Obrázek 5: Prvky vnitřní střelnice [Autor]

### 3.2.2 Obecná ustanovení pro vnitřní střelnice

#### 3.2.2.1 Prostor střeliště

Za střeleckým stanovištěm musí být dostatečný prostor, aby činovníci na střelišti a jury mohli vykonávat své povinnosti. [7] V našem případě je tato vzdálenost 2000 mm.

### 3.2.2.2 Hodiny

Na střešti musí být na obou koncích velké hodiny, které jsou jasné viditelné pro střelce i funkcionáře. Hodiny musí být synchronizovány s počítači pro zpracování výsledků, aby ukazovaly stejný čas. [7]

Hodiny v naší tunelové střelnici budou umístěny dle obrázku č. 5.

### 3.2.2.3 Označení terčových zařízení

Terčové rámy nebo zařízení musí být označeny (počínaje zleva) čísly odpovídajícími číslům střeleckých stanovišť. Číslo musí být dostatečně velká, aby byla jasné viditelná za normálních střeleckých podmínek a bez optických pomůcek na odpovídající vzdálenost, a musí být jasné viditelná po celou dobu závodu. [7] Na obrázku můžeme vidět zařízení pro elektronické terče značky SIUS AG (uprostřed) [8]. Tyto terče mají elektronické označení, které svítí v průběhu celého závodu. Dále je použito zařízení pro papírové terče RIKA (na krajích) [9]. Ty mají nakreslená jasné viditelná čísla, viz. obrázek č. 6.



Obrázek 6: Označení terčových zařízení [Autor]

### 3.2.2.4 Vzdálenost střelby

Vzdálenost střelby se měří od palebné čáry, která musí být zřetelně vyznačena, k ploše terčů. Vzdálenost musí být co nejpřesnější v mezích povolených odchylek. [7] V našem případě je to  $10 \pm 0,05$  m.

### 3.2.2.5 Umístění středu terče

Umístění středu terče se měří vzhledem ke středu kruhu 10 (tedy největší možné dosažené hodnoty rány). Výška středu terče musí být umístěna ve standardní výšce  $1,40 \pm 0,05$  m. Všechny terče na jednom střelišti musí mít stejnou výšku ( $\pm 1$  cm). [7]

Těchto požadavků dosáhneme v našem případě vyrovnávací vrstvou na podlaze, která bude zároveň protiskluzná.

### 3.2.2.6 Terče a terčová zařízení

Terčové vybavení musí odpovídat jejímu určení a provozu. Terče na střelnici skupiny K se umísťují na terčová zařízení, která jsou na příslušné terčové linii. Je zakázáno střílet na terče ze vzdálenosti, ze kterých může případný odraz střely ohrozit střelce a osoby na střelnici. Terče a jejich zařízení se musí upevňovat tak, aby byla zajištěna jejich stabilita. Pro papírové terče bude použit nelesklý, pevný papír, který se nebude průstřely trhat. Na pozadí terčů se umísťují záchytná zařízení, která bezpečně zachytí dopadající střely. V našem případě se jedná o lapač střel u elektronického terče a o konstrukci, které odkloní střely po průchodu terčem pod úhlem směrem k podlaze. [5]

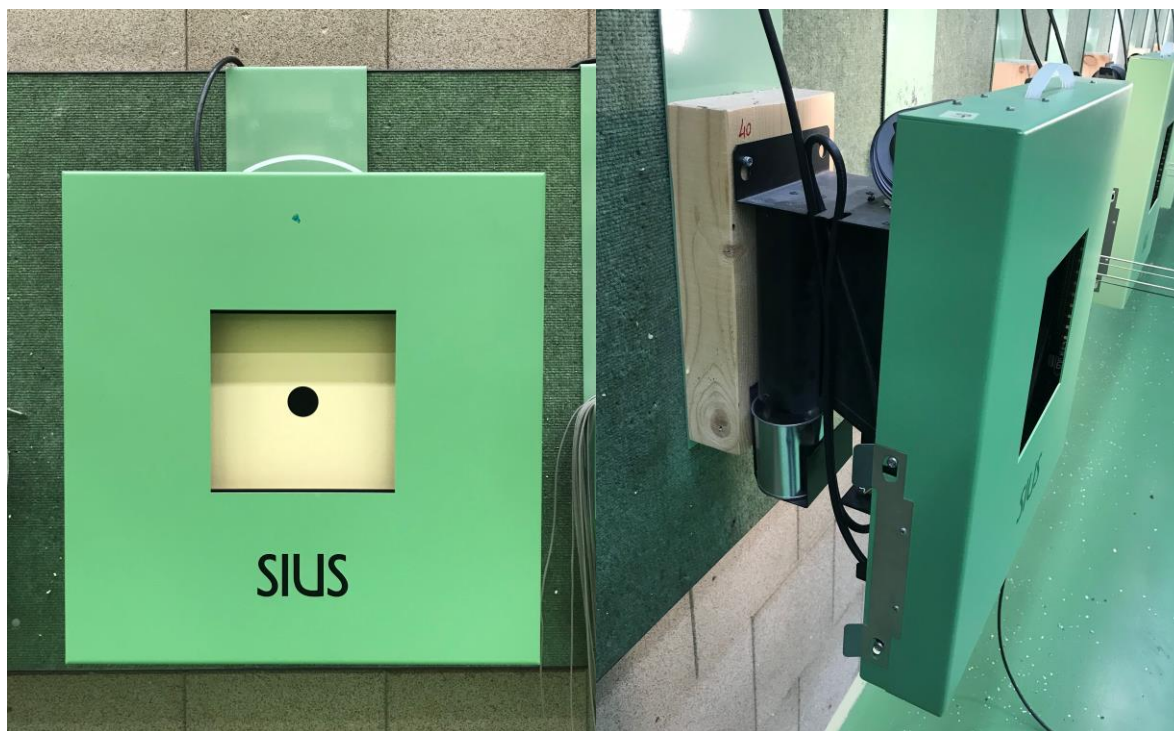
V tomto případě se budou ve vnitřní střelnici používat jak elektronické, tak papírové terče. Znamená to tedy, že u papírových terčů bude muset být použito terčové zařízení, které dopraví terč od střelce k terčové linii. Vybral jsem tedy zařízení od světoznámých a tradičních firem SIUS AG a RIKA, která se nachází jak na střelnici v Lobzích, tak víceméně po celém světě.



**Obrázek 7:** RIKA World Champion target transport systém [Autor]

Zařízení pro přesun papírového terče od střelce k terčové linii. Obsahuje hliníkové pouzdro s jedním připojovacím kabelem, integrovaný hnací motor, dvě hříbové madla k zahájení transportu, dvě nastavitelné přídržné vidlice pro uchycení terčů a tažné kabely, koncovou destičku z tvrdého plastu pro snížení rychlosti střel a jejich odklonění. Viz obrázek výše.

Zařízení pro elektronické terče je vybaveno hliníkovým rámem, ve kterém je držák terče, zabudované LED osvětlení terče, papírová maska podle pravidel ISSF, lapač střel a motůrek pro pohánění hřídele. Na této hřídeli je namotaná černá papírová páska, kterou prolítnou střely a tím soustava senzorů určí, jakou hodnotu tato střela má a zapíše se do systému. Součástí zařízení je i ovladač pro střelce a osoby pověřené, kterým se přepínají programy v softwaru. Na každém stanovišti je instalována obrazovka, která zobrazuje výsledky a umístění ran. Viz obrázek níže.



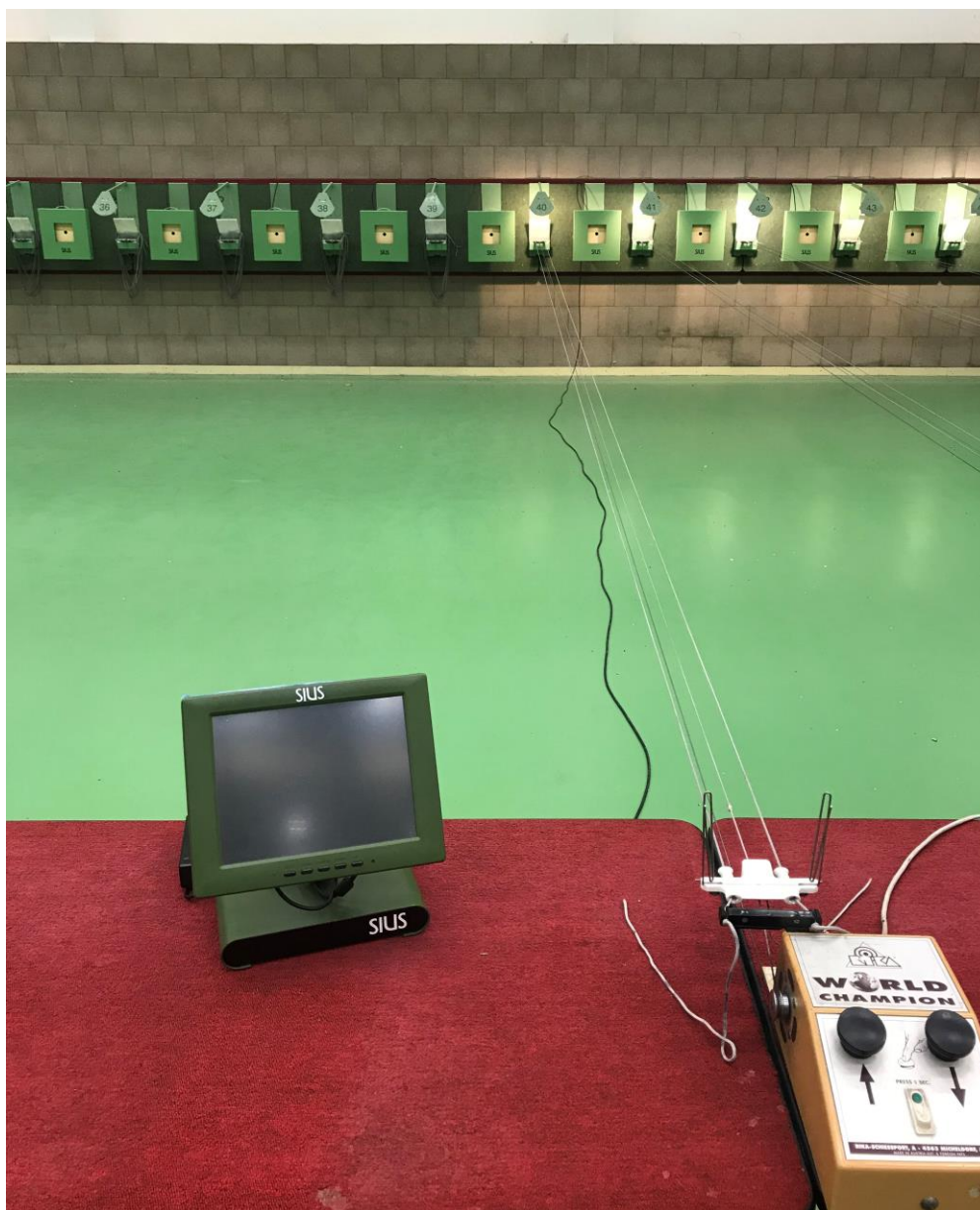
**Obrázek 8:** Elektronický terč LS10 LASERSCORE [Autor]

### 3.2.2.7 Střelecké stanoviště

V předchozím textu bylo řečeno, že střelecké stanoviště je místo střeleckého stavu, odkud střelec střílí. Toto stanoviště musí být stabilní, pevné a postavené tak, aby se nechvělo ani nepohybovalo. Podlaha musí být kryta protiskluzným materiálem, který zamezí odrazům náhodně vystřelených střel a musí umožňovat snadnou údržbu a úklid. Jeho rozměry pro střelbu ve stoje jsou minimálně 1000 mm šířka a 1500 mm délka a pro střelbu vleže je tato délka 2500 mm. Stanoviště musí být vodorovné od palebné čáry minimálně 1200 mm a zbytek by se neměl svažovat o více jak několik cm. Stanoviště musí být vybaveno lavicí nebo stolkem o výšce od 700 mm do 1000 mm. Hrana této lavice nebo stolku musí být umístěna 100 mm před palebnou čarou střelnice. Pro střelbu vleže a vkleče musí být vybaveno podložkou ze stlačitelného materiálu o minimálních rozměrech 800 mm × 2000 mm. [5][7]

Samotná konstrukce podlahy, její skladba a povrch se bude řešit v další části této práce. Minimální rozměry stanovišť jsou splněny a každé stanoviště obsahuje vlastní stolec vysoký 90 cm a přenosnou vyhovující podložku.





**Obrázek 9:** Pohled ze střeleckého stanoviště na 10 m střelnici [Autor]

### 3.2.2.8 Světlé výšky

V prostorách střeliště, které je trvalým pracovištěm, musí být světlá výška minimálně 3000 mm. Pokud je tento prostor klimatizovaný, pak postačí světlá výška 2700 mm. V ostatních prostorách střelnice postačuje minimální světlá výška 2500 mm. [5]

V našem případě jsou všechny tyto požadavky splněny, protože je navržena světlá výška všech místností v budově 4270 mm.

### 3.2.2.9 Řídící střelby

Na každé střelnici musí být vymezeno stanoviště pro řídicího střelby. Stanoviště se navrhuje jako samostatná, zcela uzavřená, akustická kabina, oddělená od vlastní střelnice hlukovou příčkou s průhledným oknem z bezpečnostního skla. Všechny prvky střelnice jako jsou terčová zařízení, vzduchotechnika, osvětlení se doporučuje ovládat řídicím střelby. Musí být zajištěna komunikace mezi řídicím střelby a střelci, a to pomocí technické nebo personální. By měl mít vizuální kontakt se všemi střelci na střelišti. [5]

V našem případě nebude ve vnitřní střelnici zřízena tato kabina, neboť se bude uvažovat, že celý prostor střeliště bude pracovištěm řídicího střelby. V tomto případě bude v celém prostoru střelnice akustický obklad a akustický podhled, který je navržen v další části této práce.

### 3.2.3 Vnitřní ochranná zařízení

Ve vnitřní střelnici se dále nacházejí ochranná zařízení. Umisťují se ve výstřelném prostoru ve směru střelby a slouží k zachycení odražených a dopadajících střel vystřelených mimo určený směr střelby nebo ke snížení jejich energie na přípustnou hodnotu. Zřizují se pro zvýšení bezpečnosti a zmenšení velikosti ohroženého prostoru. Mezi ochranná zařízení patří například ochranný obklad, parapet, val, clona, stěna nebo podhled. [5]

Pro zajištění bezpečnosti na naší střelnici bude zřízen ochranný obklad a ochranný podhled, který bude popsán v následující části práce.

Ochranné stěny mohou být například z dřevotřískových desek s různým materiálem na povrchu. Můžou mít ocelový nebo dřevěný rám a jsou pevně spojeny s terénem. Dále se zde nacházejí ochranné zástěny, které slouží k ochraně střelce před vyhozenými nábojnicemi ze zbraní sousedních střelců. Tyto zástěny mohou být i přenosné například jako dřevěný rám se síťovinou výplní. Viz následující obrázky.



**Obrázek 10:** Ochranná stěna a zástěna [Autor]

1 – ochranná zástěna proti vyhozeným nábojnicím. Může sloužit i jako oddělení prostoru pro střelbu v různých střeleckých polohách. Konstrukce ocelového rámu s dřevotřískovou výplní a úpravou.

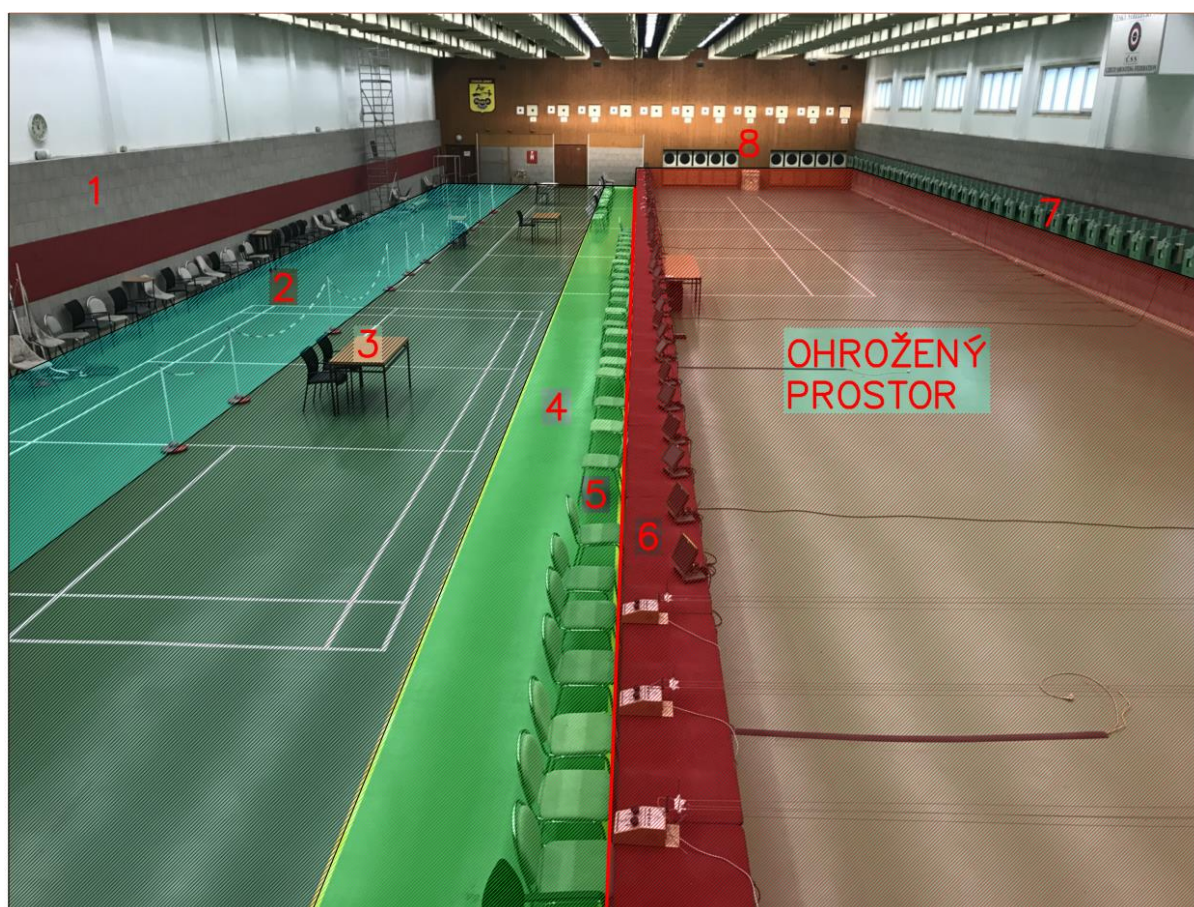
2 – ochranná stěna sloužící k zachycení odražených nebo nesprávně vystřelených střel. Konstrukce dřevěného rámu z dřevěných latí s dřevotřískovou výplní a úpravou povrchu.

### 3.2.3.1 Vnitřní ohrožené prostory

Ohrožený prostor je prostor, do kterého mohou při střelbě dopadnout střely nebo střepiny s takovou energií, která postačuje ke zranění nekrytých osob a zvířat, nebo ve kterém mohou být osoby či zvířata ohroženy. U střelnic kategorie B je třeba především zajistit odolnost obvodových konstrukcí vůči možnému průniku střel a neodraznost všech ploch ve výstřelném prostoru. Ohrožené prostory lze zmenšovat vybudováním záchytných a ochranných zařízení (viz předchozí článek). A v neposlední řadě je nutno zabezpečit

stanovené ohrožené prostory před vstupem nepovolaných osob. To nám zajišťují výstražné a informační prvky střelnice. [5]

Odolnost obvodové konstrukce bude u naší střelnice zajištěna a v další části práce bude přesně navržena. Neodraznost bude, jak již bylo zmíněno, zajištěna ochranným obkladem. Ochranný obklad bude přichycen i ke stropní konstrukci. Bude sloužit jako ochranný a akustický konstrukční prvek. Ohrožený prostor bude od palebné čáry až k dopadišti střel. V tomto prostoru bude zakázáno se pohybovat.



**Obrázek 11:** Schéma prostor vnitřní střelnice [Autor]

### Legenda:

1 – obklad výšky 3 m

2 – prostor pro diváky, šířka cca 4 m

3 – prostor pro řídicí střelby, jury a rozhodčí, šířka 3 m

- 4 – prostor pro střelce, střelecká stanoviště šířky 1,5 m
- 5 – palebná čára, čára ohraničující ohrožený prostor
- 6 – stolek pro každé střelecké stanoviště, šířka minimálně 600 mm
- 7 – terče a terčová zařízení ve výšce 140 mm
- 8 – dřevěný obklad s terčí pro střelbu na 50 m

### 3.2.3.2 Výstražné a informační prvky střelnic

Každá střelnice musí být vybavena signalizačními a výstražnými prvky, které upozorní všechny osoby na to, že se nacházejí v prostoru střelnice nebo v jejím ohroženém prostoru. Střelnice kategorie B musí mít nad vchodem do střeliště osazeno červené výstražné světlo, které se rozsvěcuje v době střelby. Při výpadku elektrické energie musí být na střelnicích kategorie B zřízeno nouzové osvětlení s vyznačením nouzového východu. Na každé střelnici musí být vyvěšen provozní řád, požární směrnice (ukázka níže), bezpečnostní pravidla a zásady první pomoci, včetně čísel první pomoci. [5]



**Obrázek 12:** Červené výstražné světlo [Autor]

# POŽÁRNÍ POPLACHOVÁ SMĚRNICE

## I.

### Povinnosti při pozorování požáru

Každý, kdo zpozoruje požár, je povinen jej uhasit. Nestačí-li na likvidaci požáru, ohlásí jej strážnému vnitřní linkou na telefonní číslo: .....

## II.

### Způsob vyhlášení požárního poplachu

Požární poplach se v objektu vyhláší voláním **HOŘÍ !!!**

## III.

### Povinnosti po vyhlášení požárního poplachu

1. Vypnout všechny elektrické spotřebiče.
2. Opustit pracoviště a odejít na shromaždiště osob na parkovišti.
3. Na shromaždišti osob vyčkat dalších pokynů.

## IV.

### Přehled důležitých telefonních čísel

Hasiči	150
Služba první pomoci	155
Policie ČR	158
Plynárenská pohotovost	.....
Elektrárenská pohotovost	.....
Vodárenská pohotovost	.....

V Plzni 12. 12. 2020

Osoba odborně způsobilá

Velitel útvaru

**Obrázek 13:** Požární poplachová směrnice [Autor]

### 3.2.3.3 Ochranný a akustický obklad

Jedním z ochranných prostředků střelnice je ochranný obklad, který zabraňuje odrazům vystřelených střel zpět ke střelcům. Zřizuje se na střelnicích kategorie A ve střeleckých přístřešcích a u střelnic kategorie B a C na všech ohraničujících plochách prostoru střeliště a výstřelného prostoru. [5] Tento obklad může být například dřevěný, vláknitý, polyuretanový nebo pryžový.

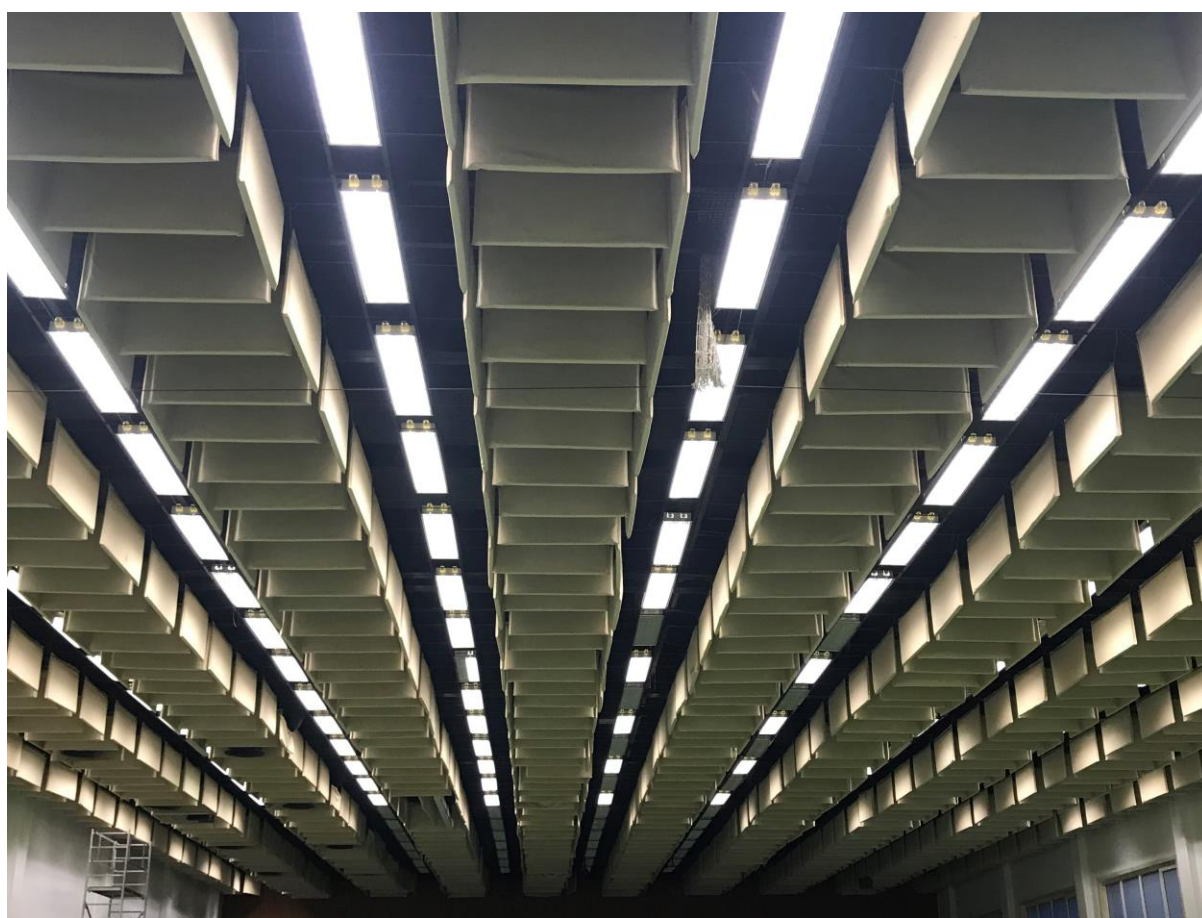
Pro představu, na střelnici v Lobzích je ochranný obklad kombinovaný. Jedná se o marmolitové desky v kombinaci se dřevěným obkladem. Pro konkrétní řešení naší střelnice jsem vybral protiodrazové, protihlukové pryžové desky s rastrem od firmy Gelpo. Rozměry desek jsou 500 x 500 mm a 1000 x 1000 mm. Jejich tloušťka může mít 25 mm, 45 mm nebo 60 mm. Desky mají deklarované protiodrazové vlastnosti a splňují požadavky k použití jako protiodrazové (neodrazné) obklady ve smyslu ČSN 39 5401 a zároveň slouží i jako akustický obklad. [6]



**Obrázek 14:** Pryžové protiodrazové, protihlukové desky s rastrem [6]

### 3.2.3.4 Podhled

Bezpečnostní podhledy se zřizují na střelnicích kategorie B. Podhled dělíme na akustický a bezpečnostní. Akustický slouží ke snížení akustického účinku výstřelu a bezpečnostní slouží k zamezení odrazů náhodně dopadajících střel. [5] Akustický podhled by měl mít co největší plochu pro pohlcení hluku. Proto se dělají podhledy v profilech s komolými jehlany, s kužely nebo zkosené V-profiley. Jako příklad je uveden zavěšený podhled na střelnici v Lobzích, který slouží zároveň jako akustický, tak i bezpečnostní.



**Obrázek 15:** Zavěšený akustický podhled [Autor]

Pro řešení naší střelnice jsem se rozhodl, že i na strop budou použity pryžové desky od firmy Gelpo. Tyto desky jsou, jak již bylo řečeno, vyhovující ve všech parametrech akustiky a bezpečnosti a tudíž jsou ideálním řešením pro naši tunelovou střelnici (viz obrázek 15).



### 3.2.4 Hygiena prostředí

Hygienické požadavky jsou jedním z nejzásadnějších oborů při navrhování střelnic. Musí být zajištěna jak ochrana samotných střelců, tak i ochrana diváků a nezúčastněných osob.

#### 3.2.4.1 Akustické požadavky

Z hlediska vysokých hladin impulzního hluku při výstřelu je nutné konstrukčním řešením a stavebními úpravami zajistit snížení hodnot hluku jak mimo, tak uvnitř prostor střelnice. Hladina hluku měřená 2000 mm před fasádou nejbližšího obytného objektu ve výšce 3000 mm nad terénem nesmí přes den přesáhnout hodnotu 55 dB a v noci 45 dB. V prostorách zázemí střelnice by měla být dodržena hodnota 57 dB. Doba dozvuku se u každé střelnice měří individuální akustickou studií, kde je zdroj zvuku situován co nejbližší k dopadišti střel a měří se v místě pobytu osob na střelišti. Z hlediska ochrany zdraví je nutné, aby střelci a osoby v průběhu střelby používali atestované chrániče sluchu určené pro tlumení impulzního hluku vznikajícího výstřelem. Pro to budou v prostoru střeliště viditelně umístěna upozornění a k dispozici budou také zásobníky s atestovanými chrániči sluchu. [5]

#### 3.2.4.2 Ochrana zraku

Všichni střelci budou důrazně vyzváni k tomu, aby během střelby používali střelecké brýle z netříštivého skla nebo podobnou ochranu očí. [7]

#### 3.2.4.3 Škodliviny

U střelnic všech kategorií je nutno zajistit odvětrávání všech uzavřených prostor. Vyskytují se zde spaliny prachových plynů nebo škodliviny vzniklé deformací střel při dopadu, a proto musí být zajištěno, aby toto množství v ovzduší nepřesáhlo přípustné hodnoty. Všechny střelnice kategorie B musí být během střelby uměle větrány. Při poruše funkce vzduchotechnického zařízení bude zastavena na střelnici střelba a bude pokračovat, až se porucha opraví. Všechna zařízení a vybavení budou udržována ve funkčním stavu. Případně

poškozené podhledy a obklady budou ihned vyměněny. U střelnic kategorie B je nutné zajistit pravidelné čištění celého prostoru od zbytků nespáleného střelného prachu, který může být zdrojem požáru. Za údržbu a úklid střelnice bude zodpovídat provozovatel střelnice. [5]

#### **3.2.4.4 Zdravotnické a sociální vybavení**

Na každé střelnici je povinná přítomnost lékárničky v použitelném stavu. Ta bude přístupná všem a na viditelném místě. Střelnice je dále vybavena sociálními zařízeními, které jsou dimenzované pro maximální počet osob v areálu střelnice a v budově.

#### **3.2.4.5 Větrání**

Jak již bylo zmíněno, u střelnic kategorie B je nutno zajistit odvětrávání prostor. Toto větrání se navrhuje jako mírně podtlakové, s nuceným přívodem a odvodem vzduchu. Přívod vzduchu musí být za zády střelců a odvod vzduchu do cílového prostoru. Odsátý vzduch pak bude proudit soustavou vyústek do potrubí, které je vyvedeno nad střechu budovy do venkovního prostředí. [5]

#### **3.2.4.6 Vytápění**

Vytápění střelnic kategorie B a příslušejících provozních místností, přípravných střelců a dalších provozních místností střelnice se řeší individuálně v rámci řešení vytápění objektu. [5]

#### **3.2.4.7 Osvětlení**

Všechny halové střelnice musí být osvětleny umělým osvětlením, které zajišťuje dostatečné množství světla bez oslňování nebo rušivých stínů na terčích nebo na střeleckých stanovištích. Pozadí za terči musí mít neutrální barvu, která neodráží světlo. Měření se provádí přímo u terče, na stanovišti a pak v polovině vzdálenosti mezi střelcem a terčovou linií. [7]

K těmto požadavkům byla vytvořena tabulka pro 10 m střelnici, 10 m střelnici na běžící terč a pro střelnice na 25 m a 50 m podle pravidel ISSF.

Požadavky na osvětlení halových střelnic [lx]				
Střelnice	celkově		terče	
	minimum	doporučeno	minimum	doporučeno
10 m	300	500	1500	1800
10 m BT	300	500	1000	1000
25 m	300	500	1500	2500
50 m	300	500	1500	3000

**Tabulka 4:** Požadavky na osvětlení halových střelnic [7]

### 3.2.5 Požární bezpečnost

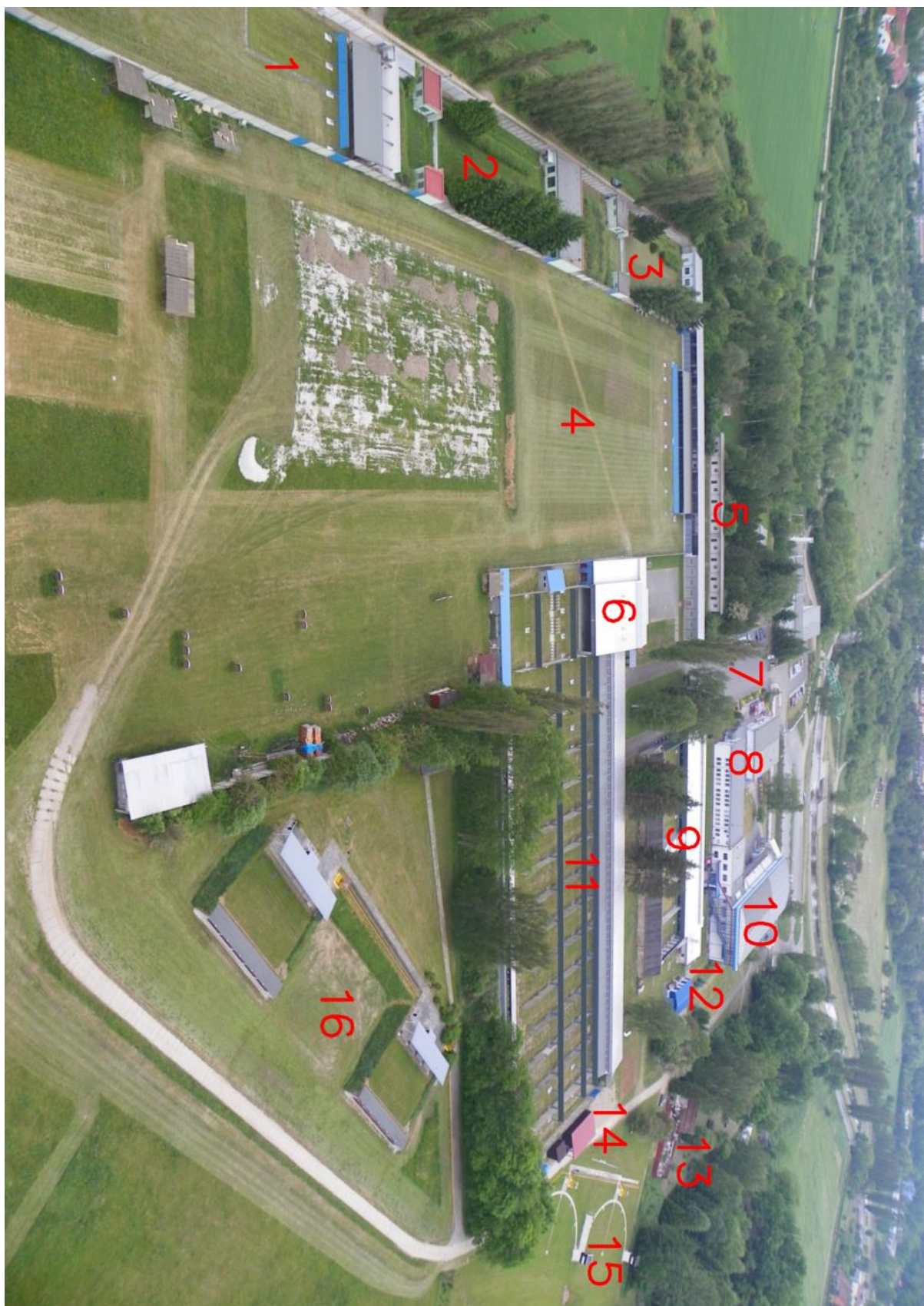
Každá střelnice musí být posouzena z hlediska požární bezpečnosti podle příslušných ustanovení. Stanovené prostředky je nutno udržovat ve funkčním stavu umožňujícím okamžité použití. Na všech střelnicích je v prostoru střelišť zakázáno kouření a manipulace s otevřeným ohněm. [5]

### 3.2.6 Ekologie

Provozem střelnice zpravidla vznikají následující odpady: vystřelené střely a jejich fragmenty, vystřelené nábojnice, obaly od nábojů, spotřebované terče, fragmenty a zbylý materiál ochranných a záchytných zařízení a obkladů nebo selhané vadné a poškozené střelivo. Likvidaci těchto odpadů bude zabezpečovat provozovatel střelnice a bude zpracována „Směrnice odpadového hospodářství“. [5]

## 3.3 Ustanovení a prvky venkovní střelnice

V této kapitole bude rozebráno vše ohledně venkovních střelnic, jejich základní prvky, požadavky a jiné. Jako inspirace byly použity a popsány prvky z armádní střelnice v Plzni – Lobzích.



Obrázek 16: Armádní střelecký stadion v Plzni – Lobzích [Autor]

**Legenda k obrázku č. 16:**

- 1- Střelnice na 100 m
- 2- Střelnice na běžící terč 1 – 50 m
- 3- Střelnice na běžící terč 2 – 50 m
- 4- Střelnice na 300 m
- 5- Buňky/šatny pro mezinárodní výpravy
- 6- Finálová střelnice pro vzduchovkové a malorážkové disciplíny
- 7- Parkoviště
- 8- Zázemí střelnice (kanceláře, jury, doping, IT, elektro,...)
- 9- Střelnice na 25 m
- 10- Hala pro vzduchovkové disciplíny
- 11- Střelnice na 50 m
- 12- Zázemí údržby, dílny
- 13- Sklady náradí a terčů
- 14- Zázemí pro brokové disciplíny
- 15- Broková střelnice pro disciplínu SKEET
- 16- Broková střelnice pro disciplínu TRAP

**3.3.1 Střelecká broková disciplína TRAP**

Tato disciplína je střelba na pohyblivý letící terč. Střelci se střídají na pěti stanovištích. Na povel střelce vyletuje ze vzdálenosti 15 m asfaltový holub, který letí náhodně třemi směry. Průměr holubu je 110 mm a celková výška 25 mm. Holub vyletuje z okopu pro vrhačky až rychlostí 30 m/s. Základní část závodu se

skládá ze 125 terčů a prvních šest postoupí do finále s 25 terči. V základním závodě jsou na každý terč povoleny dvě rány, kdežto ve finále jen jedna. Rozhodčí posuzuje, zda je terč trefený nebo ne podle viditelného odpadnutí úlomku. Tato disciplína je na olympijských hrách od roku 1900, ale v současné podobě se na nich vyskytuje od roku 1950. [10]

### 3.3.2 Střelecká broková disciplína SKEET

Skeet je stejně jako trap střelba na pohyblivý letící terč. Rozměry terče jsou stejné (dané pravidly ISSF). Terč vyletuje z dvou věží o konstantních výškách, vysoká a nízká věž. Střelci se postupně přesouvají na osmi stanovištích, která jsou specificky rozestavěna do půlkruhu. Základní závod je také na 125 terčů a finále je na 25 terčů. V této disciplíně létají buď jeden, nebo dva holuby naráz. Rozdíl oproti trapu je v tom, že na každý terč smí střelec nabít jenom jeden náboj. V zařazení do olympiády je tato disciplína mladší než trap, na olympijských hrách se vyskytuje až od roku 1968. [11]

### 3.3.3 Základní terminologie

Pro venkovní střelnice SKEET a TRAP jsou zde uvedeny prvky, které tyto střelnice obsahují.

Střeliště se zde nachází tak jako u vnitřní, kryté střelnice, kam mají přístup jen střelci anebo přímí účastníci střelby. Oproti střelbě na pevný terč se zde střílí na pohyblivé terče. Terč je zde vystaven střelbě až po vymetení vrhačkou určitým směrem, příslušnou rychlostí a v určitých časových intervalech. Již zmíněná vrhačka je terčové zařízení, které metá asfaltové terče. Pro zachycení střel a terčů se u těchto střelnic budují především záchytné valy, které jsou většinou vytvořené zemní úpravou a jsou čelní, boční nebo šikmé. Dále se zde nachází ochranná stěna, která zabraňuje pronikání střel nebo zbytků terčů do vedlejších prostor střeliště.

### **3.3.4 Obecná ustanovení pro venkovní brokové střelnice**

Tyto pravidla platí pro všechny brokové soutěže.

#### **3.3.4.1 Umístění**

Vzhledem k tomu, že se střílí venku, je velice důležité, kam budou střelnice směřovány. Střelnice budované na severní polokouli mají být orientovány směrem střelby na sever až severovýchod. Střelnice budované na jižní polokouli mají být orientovány směrem střelby na jih až jihovýchod. Takováto orientace je zvolena proto, aby v průběhu dne bylo slunce střelcům v zádech. [7]

Naše střelnice bude orientovaná směrem na sever. Jeden z hlavních požadavků je tedy splněn.

#### **3.3.4.2 Dopadová zóna**

Kde je to potřebné a proveditelné, musí být nové střelnice budovány s dopadovou zónou broků, která je za účelem mechanického sběru olověných broků budována přiměřeně rovná a bez překážek. [7]

V našem případě bude před střelnicí dostatečný prostor, do kterého budou broky dopadat anebo budou zřízeny ochranná a záchytná zařízení proti doletu broků.

#### **3.3.4.3 Střeliště**

V této kapitole bude popsáno, jak mají být konstruována střeliště pro jednotlivé disciplíny. Navržení je podle platných norem ISSF (International Shooting Sport Federation) a každé střeliště musí tyto požadavky splňovat. Na následujícím je vidět broková střelnice v Lonatu (ITA).



Obrázek 17: Broková střelnice – Lonato (ITA) [Autor]

### ➤ Trap

Střeliště se skládá z pěti střeleckých stanovišť. Každé stanoviště je čtverec o rozměru 1 m × 1 m. Středem přední hrany čtverce je kolmo vedena linie, která je po 15 m ukončena značkou označující výlet terče. Zhruba dva metry za a mírně doleva od stanoviště 1 je vyznačeno šesté stanoviště. Všech šest stanovišť musí mít stůl na odložení střeleckého vybavení. Podlaha musí být zpevněná a vodorovná ve všech směrech. Na každém stanovišti by měl být v určité výšce mikrofon, do kterého střelec ohlašuje zavolání o terč. 3 m – 4 m za linií střeleckých stanovišť je vytvořen ochoz pro přesun střelců ze stanoviště 5 na stanoviště 6. 7m – 10 m za tímto ochozem musí být vztyčena vhodná bariéra, která odděluje prostor střeliště od prostoru pro diváky. Nad střelištěm může být umístěna vhodná ochrana proti slunci a dešti (střelecký přístřešek). [7]

Návrh střelnice pro trap bude následovat v další části této práce.



### ➤ Skeet

Střeliště pro skeet se skládá z osmi střeleckých stanovišť. Stanoviště 1 – 7 jsou umístěny na kruhové úseči o poloměru 19,20 m. Stanoviště 8 je umístěno uprostřed tětivy této úseče. Stanoviště 1 – 7 jsou půdorysně čtverce o rozměrech 0,9 m × 0,9 m. Stanoviště 8 je obdélníkové o rozměrech 0,9 m x 1,85 m, kde delší strana je souběžná s tětivou. 7 – 10 metrová bariéra je zde za stanovištěm č. 4 a slouží ke stejnému účelu jako u střelnice pro trap. [7]

Návrh střelnice pro skeet bude následovat v další části této práce.

### 3.3.4.4 Vzdálenost střelby

#### ➤ Trap

Terče u této disciplíny jsou vrženy vrhačkou ve vzdálenosti 15 m od střeleckého stanoviště. Podle pravidel ISSF je dolet terče ustanoven na 76 m ± 1 m. Zpravidla se na terč střílí hned po vržení vrhačkou. Čím dál terč je, tím je pak těžší ho zasáhnout.

#### ➤ Skeet

Při této disciplíně, jak již bylo řečeno, létají terče ze dvou věží. Ty mají stále stejnou polohu, tudíž vzdálenost se mění podle toho, ze kterého stanoviště střelec střílí. Podle požadavků ISSF musí terče doletět do vzdálenosti 68 m ± 1 m. Hranice střelby je ustanovena na 40,3 m ± 0,1 m od čelní stěny každé věže a musí být označena přenosnou značkou.

### 3.3.4.5 Terče

V obou případech se jedná o průstřelný terč. Znamená to tedy, že tímto terčem proniká střela (broky). Po vymetení vrhačkou je cíl vystaven střelbě až do té doby, než je zasažen nebo už není možno na něj vystřelit a terč se sám rozbije o zem. Terč má průměr 110 mm ± 1 mm a celková výška terče je 25 mm až 26 mm. Křehkost terče musí vydržet namáhání při vrhu vrhačkou na vzdálenost přibližně 80 m a musí být snadno rozbitelné zásahem brokových nábojů. Pro

finálový závod se používají „flešové“ terče, které jsou naplněné netoxickým červeným práškem, který se po zásahu rozšíří do vzduchu a zanechá jasně viditelnou barevnou stopu. [7]



**Obrázek 18:** Asfaltový terč pro brokové disciplíny [12]

### **3.3.5 Venkovní ochranná zařízení**

Definice byla popsána u vnitřních zařízení a tím pádem můžeme jen určit, která zařízení se zde budou vyskytovat. U střelnice pro skeet se v případě většího počtu střelnic umísťuje ochranná stěna mezi těmito střelnicemi. Slouží k tomu, aby se nedostaly do vedlejší střelnice fragmenty terčů a nevyrušovaly tak ostatní střelce. U obou střelnice pak můžeme nalézt záchytné valy, které se umísťují na dopadisti střel, a do kterých směřuje mířená střelba. Zařízení bezpečně zachycuje nebo zneškodňuje dopadající střely.

#### **3.3.5.1 Záchytný val**

Zde můžeme vidět, jak může být záchytný val tvořen přírodní bariérou. Jedná se o stráň, která zachycuje dopadající broky a zbytky terčů. V tomto případě je val vzdálený od střeleckého stanoviště přibližně 60 m. Pro naši střelnici bude navrženo venkovní záchytné zařízení v další části této práce.



**Obrázek 19:** Záchytný val tvořený přírodní bariérou [Autor]

V našem případě bude před střelci vybudován záchytný val ze zeminy, který bude vysoký 15 m, šířku 38 m a délka bude před všemi pěti střelnicemi, tedy přibližně 380 m. Jeho umístění je přibližně navrženo v následující kapitole.

### 3.3.5.2 Ochranná stěna



**Obrázek 20:** Venkovní ochranná stěna – ocelová konstrukce [Autor]

Zde je vidět, jak se zbytky terčů hromadí pod stěnou a nelétají tak do vedlejších prostor střelišť, kde by mohly rušit střelce z vedlejších střelišť.

Konstrukce je většinou tvořena tak, aby zabránila klimatickým či mechanickým vlivům v jejím poškození.

Dalším ochranným prvkem je ochranný štítek. Ten se instaluje u výletu terče na každé věži tak, aby střelec z žádného stanoviště nemohl vidět obsluhu. Toto opatření chrání obsluhu před případným poraněním a také chrání střelce před rozbitým terčem opouštějícím věž. [7]

Pro oddělení střeliště od míst, kde se můžou nacházet nechráněné osoby, se zřizují například betonové stěny. Sloupy se betonují do země a mezi ně jsou vkládány betonové desky, které tvoří plochu stěny.



**Obrázek 21:** Venkovní ochranná stěna – betonová konstrukce [Autor]

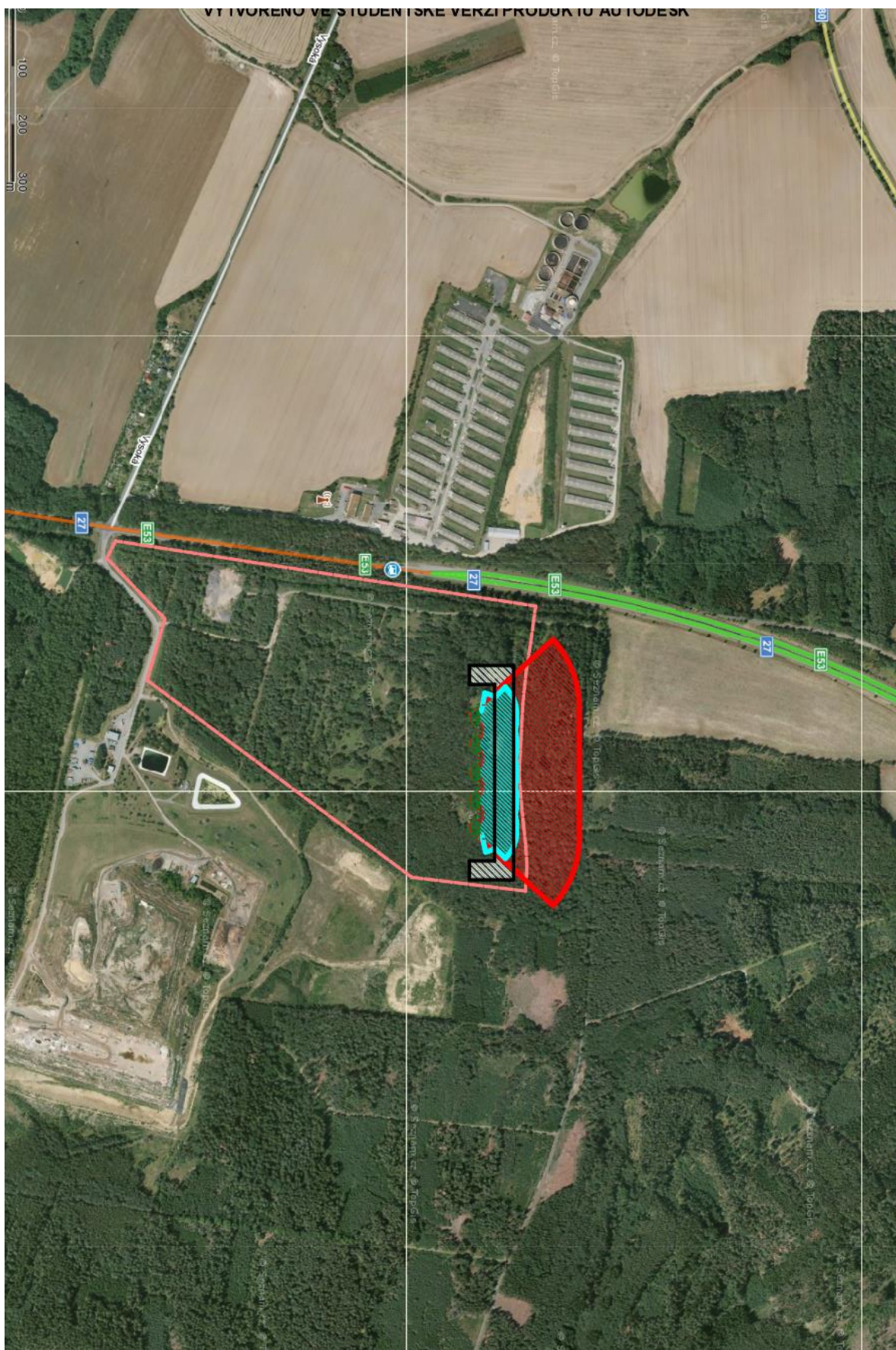
### 3.3.5.3 Ohrožené prostory

Definice ohroženého prostoru je pro všechny typy střelnic stejná. V tomto prostoru se během střelby nesmí nikdo pohybovat, aby nedošlo ke zranění či ohrožení na životě. Zajímavým prvkem je tzv. hluchý prostor. To je prostor, do kterého nemůže dopadnout přímo vystřelená střela, ale stále se nachází ve výstřelném prostoru. U střelnic kategorie A se stanovují ohrožené prostory individuálním balistickým výpočtem a na jeho základě se určí potřeba a umístění ochranných zařízení. Ohrožený prostor se zakreslí v dokumentaci do situace. Pokud po vybudování bude stále docházet k odrazivosti střel, budou možnosti odrazu sníženy nebo eliminovány vybudováním ochranných zařízení nebo úpravou terénu. Jako u vnitřní střelnice bude i tato zabezpečena proti vstupu nepovolaných a nekrytých osob. [5]

Na následujícím obrázku je nastíněno, jak bude vypadat ohrožený prostor venkovní střelnice.

Hranice pozemku je označena čárkovanou čarou. Červená barva znázorňuje možný dolet broků, tedy nábojů. Největší vzdálenost od střelce je přibližně 200 m. To je vzdálenost, do které dokáže doletět vystřelený náboj z brokové pušky. Modrá znázorňuje maximální dolet asphaltových terčů. Pro disciplínu SKEET je to 68 m a pro disciplínu TRAP je to 76 m. Bíle vyšrafovaný je ochranný val, který je 15 m vysoký a nachází se přibližně 32 metrů před střelištěm číslo 8. Val je konstruován tak, aby sloužil k zachycení broků a terčů, které by mohly ohrozit okolní prostory. Většinu těchto materiálů by měl díky své výšce zachytit a zabránit tak jejich šíření do okolí.

Střelnice je situována na severní části pozemku z toho důvodu, že od jižní příjezdové cesty budou postupně vybudovány střeliště pro různé disciplíny, jako je střelba pro biatlon, střelba na běžící terč nebo střelba na dlouhé vzdálenosti.



**Obrázek 22:** ohrožené prostory venkovní střelnice [Autor]

### 3.3.5.4 Výstražné a informační prvky

I jako u vnitřní střelnice jsou zde povinné výstražné prvky, které upozorní, že se jedná o prostor střelnice nebo o ohrožený prostor. Na střelnicích kategorie A musí být výstražné tabulky s nápisem „Pozor střelnice, nevstupovat!“. Celá střelnice i s ohroženým prostorem by měla být v nejlepším případě oplocena. Pokud tomu tak není, je třeba na viditelné místo umístit stožár s červenou vlajkou, která se bude vyvěšovat v průběhu střelby. I na této střelnici je třeba vyvěsit provozní řád, požární směrnici, bezpečnostní pravidla a zásady první pomoci, včetně důležitých telefonních čísel. [7]

Při střelecké disciplíně trap musí být u finálové střelnice na stojanu každého mikrofonu ve výšce 40 až 50 cm instalované barevné světlo střední intenzity. Toto světlo ohlašuje, že mikrofony jsou po dobu 15 sekund, během střelby a bezprostředně před střelbou, mimo provoz.

U disciplíny skeet se požaduje umístění barevného světla na obě věže. Světlo se rozsvítí ihned po povelu střelce a zhasne poté, co je terč vypuštěn. Světla musí být dobře viditelná rozhodčímu a jsou instalována na straně diváku ve výšce 2,2 m – 2,8 m na vysoké věži a 1,6 – 2,0 m na nízké věži. [7]





**Obrázek 23:** Vysoká věž s ochranným štítkem a výstražným světlem [Autor]

### 3.3.5.5 Přístřešek

Střelecký přístřešek se může zřídit na střelnicích kategorie A. Většinou se umísťuje v prostorách palebné čáry na střelnicích pro trap. Zpravidla se jedná o ocelovou konstrukci, která může být i součástí ochranného systému střelnice. [5]



**Obrázek 24:** Střelecký přístřešek – ocelová konstrukce [Autor]

### **3.3.5.6 Ohraničení střelnice**

Celý areál bude oplocen a na tomto plotě budou vyvěšené výstražné tabule s nápisem „POZOR STŘELNICE – VSTUP ZAKÁZÁN“.

### **3.3.6 Hygiena prostředí**

Hygienické požadavky zde platí stejně jako u vnitřních střelnic. Je třeba dbát hlavně na ochranu sluchu, zraku a ochranu životního prostředí.

#### **3.3.6.1 Akustické požadavky**

Dovolené maximální hodnoty hladiny hluku jsou stejná jako v předešlé kapitole. V tomto případě je mnohem těžší těchto hodnot dosáhnout, protože střelnice pro brokové disciplíny jsou venkovní a tudíž se nemůže instalovat například akustický obklad nebo podhled. Jako řešení se mohou instalovat akustické stěny na ochranných a záchytných valech, které sníží hladinu hluku. Dalším řešením je umístění střelnice v dostatečné vzdálenosti od obytných prostor. Naše střelnice se nachází přibližně 3,5 km od obce Dobřany, tudíž by tyto parametry měla splňovat. Pro přesné hodnoty bude zpracována akustická studie.

### **3.3.6.2 Škodliviny**

Pokud je střeliště střelnice kategorie A nebo C v uzavřeném prostoru, je nutné toto střeliště také větrat. U střelnic kategorie B je to povinnost. V našem případě bude střelecký přístřešek tvořen takovou konstrukcí, která bude umožňovat plynulé proudění venkovního vzduchu, tudíž nebude třeba toto střeliště větrat.

### **3.3.6.3 Zdravotnické a sociální vybavení**

Povinnost použitelné a funkční lékárničky je stejná jako u vnitřních střelnic. Sociální zařízení jsou pro vnitřní i venkovní střelnice stejné. Dimenze tudíž splňují požadavky předpokládaného počtu návštěvníků.

### **3.3.7 Požární bezpečnost.**

Každá střelnice musí být posouzena z hlediska požární bezpečnosti podle příslušných ustanovení. Stanovené prostředky je nutno udržovat ve funkčním stavu umožňujícím okamžité použití. Na všech střelnicích je v prostoru střelišť zakázáno kouření a manipulace s otevřeným ohněm. [5]

### **3.3.8 Ekologie**

Již zmíněná „Směrnice odpadového hospodářství“ bude zpracována jak pro vnitřní, tak pro venkovní střelnici. V tomto případě bude dopadiště střel konstruováno tak, aby šly fragmenty terčů a nábojů snadno likvidovat pomocí speciálního sběrného zařízení. Bude tedy potřeba zajistit rovinatost dopadiště. Vyvážení odpadů v pravidelných intervalech bude mít pak na starost provozovatel střelnice.

## **3.4 Dokumentace střelnic**

Zpracování a obsah dokumentace pro územní a stavební řízení pro výstavbu střelnic podléhá ustanovením zákona č. 50/76 Sb. a souvisejících předpisů.

### 3.4.1 Odborné a znalecké posudky

Odborné posouzení bezpečnosti provozu na střelnici provádí formou znaleckého posudku znalec v oboru balistika. Odborné posouzení akustických účinků provede oprávněná firma. Návrh akustické izolace se provádí na základě přímého měření střelby z nejvýkonnější zbraně, která se bude na střelnici vyskytovat. Vzduchotechnické zařízení pak u střelnic kategorie B posuzuje příslušný orgán hygienické služby. [5]

### 3.4.2 Obsah

Dokumentace střelnice je hned po jejím uvedení do provozu uložena v jednom vyhotovení na střelnici a obsahuje:

- provozní řád střelnice;
- kolaudační rozhodnutí příslušného stavebního úřadu;
- rozhodnutí příslušného orgánu Policie ČR;
- seznam osob oprávněných k řízení střeleb;
- výkresy skutečného provedení střeleb;
- situační plán střelnice;
- provozní řády a revizní zprávy technických zařízení střelnice;
- směrnice odpadového hospodářství [5]

## 3.5 Provoz střelnic

### 3.5.1 Uvedení do provozu a zrušení

Kolaudace střelnice se řídí ustanovením stavebního řádu (zákon č. 50/76 Sb.). Policie ČR vydá povolení k provozu jen tehdy, je-li zajištěno bezpečné používání zbraní a střeliva na střelnici. Žádost podává provozovatel střelnice v písemné podobě. Ustanovený zbrojír musí mít zbrojní průkaz příslušné skupiny pro zbraně, které jsou na střelnici používány. Kontrolu střelnice jsou oprávněny

provádět orgány Policie ČR, Ministerstva vnitra a jiné orgány ve smyslu zvláštních právních předpisů. Při zrušení střelnice je její provozovatel bez zbytečného odkladu povinen oznámit tuto skutečnost příslušnému orgánu Policie ČR, které vydalo povolení k zahájení provozu střelnice. [5]

### 3.5.2 Provozní řád

Provozní řád střelnice předkládá žadatel jako přílohu k žádosti o souhlas k provozu střelnice. Provozní řád musí být ověřený znalcem v oboru balistiky a musí obsahovat zejména:

- identifikační údaje střelnice;
- povinnosti funkcionářů střelnice;
- osobní data ustanoveného zbrojře;
- situační nákres střelnice s vyznačením prostředků k zajištění bezpečnosti při střelbě;
- zbraně a střelivo povolené ke střelbě;
- pravidla bezpečnosti provozu;
- postup při vzniku mimořádných událostí;
- pravidla úklidu a údržby střelnice včetně režimu výměny poškozených prvků střelnice [5]

## 3.6 Sklady zbraní a munice

Tyto zařízení podléhají nařízení vlády 217/2017 Sb. o požadavcích na zabezpečení zbraní, střeliva, černého loveckého prachu, bezdýmného prachu a zápalek a o muničním skladišti.

Tímto nařízením se stanoví technické požadavky na zabezpečení přechovávaných zbraní a střeliva a požadavky na elektronické zabezpečovací zařízení pro zajištění ochrany muničního skladiště. [4]

Za technicky způsobilé se pro účely zabezpečení uschovaných, uložených nebo uskladněných zbraní a střeliva považuje uzamčená místnost nebo samostatný objekt, který splňuje tyto požadavky:

- objekt je vybaven trezorovými dveřmi nebo celoocelovými dveřmi, které splňují požadavky podle technické normy ČSN EN 1143-1 respektive technické normy ČSN EN 1627;
- stěny, stropy a podlahy tohoto objektu mají mít minimální tloušťku 300 mm (cihly, vápenocementové bloky, pórobetonové tvárnice) nebo 150 mm (betonové panely)
- otvory o rozměrech větších než 150 mm × 150 mm, které se nacházejí ve vnějším plášti objektu, jsou opatřeny pevně zabudovanými ocelovými mřížemi s pruty o průměru nejméně 10 mm, kdy vzdálenost os prutů činí nejvíce 130 mm;
- k zabezpečení otvorů lze též použít jiné zařízení, které ale musí splňovat požadavky již zmíněné technické normy ČSN EN 1627;
- od druhého nadzemního podlaží lze místo mříže použít uzavíratelné okno s celoocelovým okenním rámem a se sklem, které je vybaveno bezpečnostní fólií proti průrazu s odolností nejméně 250 J [4]

## 4 Vnitřní střelnice

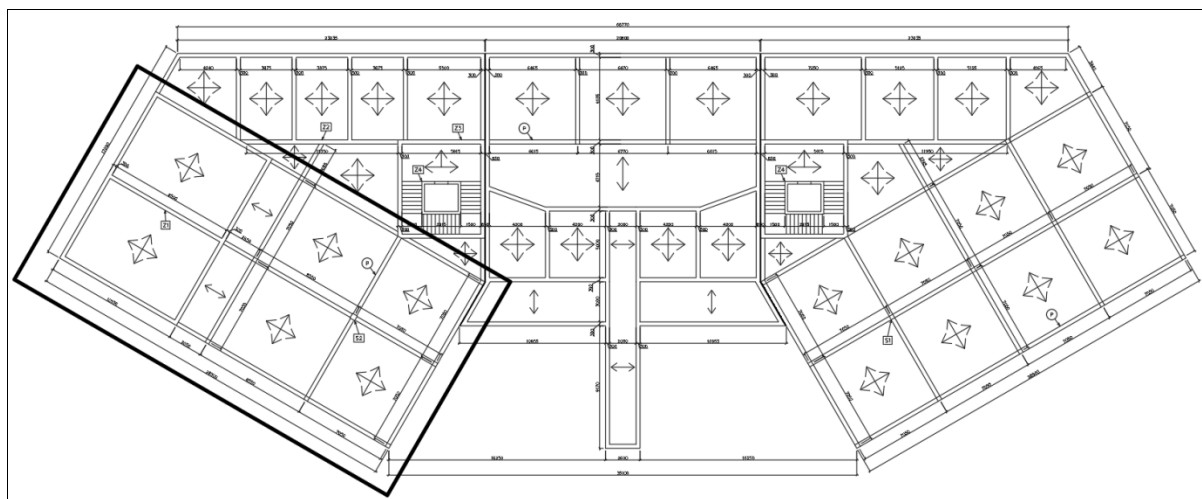
V této části práce bude představeno kompletní řešení vnitřní střelnice. Bude obsahovat návrhy a porovnání několika možností, které budou dopodrobna rozebrány.

Jak již z nadpisu vyplývá, jedná se o místnosti, ve kterých je umístěna tunelová střelnice na 10 m a sklady pro zbraně a munici. Tyto místnosti se nachází ve východní části budovy (pohled z jihu), viz obrázek 19. Dispozičně je sklad munice řešen tak, že dvě jeho stěny jsou zároveň obvodové. Je to z toho důvodu, že se zde předpokládá větší riziko výbuchu, a tudíž je třeba co nejvíce zabránit ohrožení vnitřních prostor.

Jako podklad bude použita má bakalářská práce, ve které jsem se zabýval návrhem celé budovy vedené jako zázemí pro chod střeleckého komplexu.

### 4.1 Konstrukční systém

Systém celé budovy byl zvolen kombinovaný. Budou se zde tedy vyskytovat stěny i sloupy. Samotné sklady jsou navrženy ve stěnovém konstrukčním systému a střelnice je v kombinovaném systému.



Obrázek 25: Konstrukční systém 1.NP [Autor]

## 4.2 Přehled zatížení

### 4.2.1 Stálé zatížení

Pro návrh skladů a střelnice potřebujeme znát zatížení, které působí na konstrukci. V tomto případě je to zatížení od: střechy, stropu v běžném podlaží, podlahy na terase, obvodové stěny ve 2.NP a od příček.

Popis stálého zatížení	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Střecha	7,15
Strop běžného podlaží	7,75
Podlaha na terase	6,24
Obvodová stěna 2.NP (Porotherm 30)	2,63
Příčky 2.NP	1,00

Tabulka 5: Stálá zatížení [Autor]

### 4.2.2 Proměnné zatížení

Podle Eurokódu 1 je budova zatříděna následujícím způsobem. Užiténá kategorie (pro obytné, společenské, obchodní a administrativní plochy, vodorovná zatížení na zábradlí) je C5 – plochy, kde může dojít k vysoké koncentraci lidí, např. budovy pro veřejné akce jako koncertní sítě, sportovní haly, včetně tribun, terasy a přístupové plochy, železniční nástupiště. Kategorie střechy je v tomto případě H. [13]

Popis užiténého zatížení	Kategorie	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_k$ [kN/m]
Strop	C5	5	-
Střecha	H	0,75	-
Zábradlí	C5	-	5

Tabulka 6: Užiténá zatížení [Autor]

Pro zatížení sněhem je uvažována charakteristická hodnota  $s_k = 0,7$  kN/m<sup>2</sup>, sněhová oblast I. Pro zatížení větrem je počítáno s rychlostí větru  $v_{b,0} = 25$  m/s, větrná oblast II. [14][15]



## 4.3 Svislé konstrukce

Vzhledem ke konstrukčnímu systému jsou zde svislé nosné prvky jak stěny, tak sloupy. Sklady jsou navrženy ve stěnovém konstrukčním systému. Obvodové konstrukce budou tedy stěny. Vnitřní střelnice je navržena v kombinovaném konstrukčním systému, kde je skelet tvořen železobetonovými prvky a následně je v něm výplňový materiál, který bude přesněji rozebrán v následující kapitole.

### 4.3.1 Svislé konstrukce skladů

V odstavci 3.6 jsou stanoveny minimální požadavky na svislé a vodorovné konstrukce skladů pro zbraně a munici. Jmenovitě tloušťka stěny 300 mm (cihly, vápenocementové bloky, pórobetonové tvárnice) nebo 150 mm (betonové panely). V tomto případě je vyloučeno dřevo, deskové materiály, desky na bázi dřeva, sádrokarton nebo dřevovláknité desky, které nesplňuje uvedené požadavky. Vzhledem k mechanické odolnosti, stabilitě a k celkovému konstrukčnímu systému budovy, budou navrženy železobetonové monolitické stěny tloušťky 300 mm. Bude použit beton C30/37 a ocel B500B. Obložení skladů se v tomto případě řešit nebude. Beton bude po odbednění očištěn od nálitků a ostrých hran a následně zůstane pohledový.

### 4.3.2 Porovnání svislých konstrukcí vnitřní střelnice

V této kapitole bude provedeno porovnání svislých konstrukcí, které by se mohly použít k výstavbě vnitřní střelnice. Porovnávání proběhne mezi třemi materiály. Vzhledem k akustickým požadavkům jsou vybrány dvě cihly AKU a pro porovnání bude třetím prvkem betonové ztracené bednění.

Skelet je tvořen železobetonovými sloupy a průvlaky. Sloupy jsou rozměrů 300 × 300 mm a sloup, který podepírá stropní konstrukci je rozměrů 400 × 400 mm. Je použit beton C 30/37 a ocel B500B. Sloup bude celý obložen tak, aby nedocházelo k odrazům náhodných střel. Typ obložení je navržen v odstavci 3.2.3.3, přesněji bude specifikován v další části práce.

Pro porovnání jsou vybrány následující konstrukce:

### Konstrukce 1

Porotherm 30 AKU SYM - akustický cihelný blok s maltovou kapsou pro tloušťku stěny 30 cm na maltu M 10. [16]



Obrázek 26: Porotherm 30 AKU SYM [16]

### Konstrukce 2

HELUZ AKU 30/33,3 P20 – broušený akustický cihelný blok s větší zvukovou izolací. [17]



Obrázek 27: HELUZ AKU 30/33,3 P20 [17]

### Konstrukce 3

Ztracené bednění DEK 30 – dutinová zdící tvarovka z prostého vibrolisovaného betonu. [18]



**Obrázek 28:** Ztracené bednění DEK 30 [18]

#### 4.3.2.1 Tepelně technické porovnání svislých konstrukcí

V této kapitole jsou posouzeny obvodové konstrukce z hlediska tepelné techniky. Je spočítán a porovnán součinitel prostupu tepla a odpor konstrukce při přestupu tepla. Dále jsou skladby pomocí programu Teplo 2017 posouzeny z hlediska šíření tepla a bilance vodní páry.

Pro všechny tři konstrukce je použit stejný systém vnitřních omítek a vnějšího zateplovacího systému (ETICS). Na vnitřní omítky bude použita strojně nanášená sádrová omítka Cemix 016 F ve vrstvě 10–25 mm. Vnější zateplovací systém bude tvořen izolací Knauf FKD S Thermal tl. 200 mm, která bude přilepena na lepidle Cemix 135 COMFORT ve vrstvě 2-5 mm a ukotvena hmoždinkami Fischer Termoz CS 8/250 se zátkami. Dále bude použita lepicí a stěrková hmota Cemix 135 COMFORT ve vrstvě 2-5 mm se skleněnou tkaninou VERTEX R117, oka 4,3 × 4,3 mm. Na finální vrstvu fasády se použije Cemix silikátová rýhovaná omítka (barevná) ve vrstvě 1,5-3 mm.

**Legenda:**

**d** – tloušťka vrstvy [mm]

**$\lambda$**  – součinitel tepelné vodivosti [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

**$\lambda_{ekv}$**  – ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

$$\lambda_{ekv} = \lambda \cdot (1 + ZTM)$$

**ZTM** – činitel tepelných mostů [-]

**R** – tepelný odpor celé konstrukce [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ]

$$R = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$$

**$R_i$**  – tepelný odpor i-té konstrukce [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ]

**$R_{si}$**  – tepelný odpor na vnitřní hraně konstrukce [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ]

**$R_{se}$**  – tepelný odpor na vnější hraně konstrukce [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ]

**U** – součinitel prostupu tepla konstrukce [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

$$U = \frac{1}{R}$$

**$U_{cel}$**  - celkový součinitel prostupu tepla konstrukce [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

$$U_{cel} = U + \Delta U$$

**$\Delta U$**  – přírážka součinitele prostupu tepla [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

**$U_{rec,20}$**  – doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro vnitřní teploty v intervalu 18 °C - 22 °C [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

$$U_{cel} \leq U_{rec,20}$$

**Konstrukce 1 - Porotherm 30 AKU SYM**

<b>Obvodová konstrukce 1</b>				
<b>č.</b>	<b>Vrstva</b>	<b>d [m]</b>	<b><math>\lambda</math> [W·m<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>]</b>	<b>R<sub>i</sub> [m<sup>2</sup>·K·W<sup>-1</sup>]</b>
1	Cemix 016 F - Sádrová omítka	0,015	0,552	0,027
2	Porotherm 30 AKU SYM	0,3	0,35	0,857
3	Cemix 135 - Lepicí a stěrkovácí hmota COMFORT	0,003	0,631	0,005
4	Knauf FKD S Thermal	0,2	0,03978	5,028
5	Cemix 135 - Lepicí a stěrkovácí hmota COMFORT	0,003	0,634	0,005
6	Skleněná tkanina VERTEX R117, oka 4.3 x 4.3 mm	-	-	-
7	Cemix Silikátová rýhovaná omítka bílá/barevná	0,002	0,65	0,003
<b>Σ</b>		<b>0,523</b>		<b>5,925</b>

**Tabulka 7:** Skladba obvodové konstrukce 1 [Autor]

Vzhledem k použití hmoždinek je započítaná přírážka, která je rovna  $ZTM = 0,02 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ .

$$\lambda_{ekv} = \lambda \cdot (1 + ZTM) = 0,039 \cdot (1 + 0,02) = 0,03978 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

***Celkový tepelný odpor konstrukce***

$$R = R_{si} + \sum R_i + R_{se} = 0,13 + 5,925 + 0,04 = 6,095 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

***Celkový součinitel prostupu tepla***

Pro konstrukce s běžnými tepelnými mosty je  $\Delta U = 0,02 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} = U + \Delta U = \frac{1}{R} + \Delta U = \frac{1}{6,095} + 0,02 = 0,184 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota  $U_{rec,20} = 0,25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} \leq U_{rec,20}$$

$$0,184 \leq 0,25 [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$$

**KONSTRUKCE VYHOVÍ**

**Konstrukce 2 - HELUZ AKU 30/33,3 P20**

<b>Obvodová konstrukce 2</b>				
<b>č.</b>	<b>Vrstva</b>	<b>d [m]</b>	<b><math>\lambda</math> [W·m<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>]</b>	<b>R<sub>i</sub> [m<sup>2</sup>·K·W<sup>-1</sup>]</b>
1	Cemix 016 F - Sádrová omítka	0,015	0,552	0,027
2	Heluz AKU 30/33,3 P 20	0,3	0,315	0,952
3	Cemix 135 - Lepicí a stěrkovácí hmota COMFORT	0,003	0,631	0,005
4	Knauf FKD S Thermal	0,2	0,03978	5,028
5	Cemix 135 - Lepicí a stěrkovácí hmota COMFORT	0,003	0,634	0,005
6	Skleněná tkanina VERTEX R117, oka 4.3 x 4.3 mm	-	-	-
7	Cemix Silikátová rýhovaná omítka bílá/barevná	0,002	0,65	0,003
<b>Σ</b>		<b>0,523</b>		<b>6,020</b>

**Tabulka 8:** Skladba obvodové konstrukce 2 [Autor]

Vzhledem k použití hmoždinek je započítaná přírážka, která je rovna  $ZTM = 0,02$   $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ .

$$\lambda_{ekv} = \lambda \cdot (1 + ZTM) = 0,039 \cdot (1 + 0,02) = 0,03978 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

**Celkový tepelný odpor konstrukce**

$$R = R_{si} + \sum R_i + R_{se} = 0,13 + 6,020 + 0,04 = 6,190 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

**Celkový součinitel prostupu tepla**

Pro konstrukce s běžnými tepelnými mosty je  $\Delta U = 0,02$   $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

$$U_{cel} = U + \Delta U = \frac{1}{R} + \Delta U = \frac{1}{6,190} + 0,02 = 0,182 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota  $U_{rec,20} = 0,25$   $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

$$U_{cel} \leq U_{rec,20}$$

$$0,182 \leq 0,25 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$$

**KONSTRUKCE VYHOVÍ**

**Konstrukce 3 - Ztracené bednění DEK 30**

<b>Obvodová konstrukce 3</b>				
<b>č.</b>	<b>Vrstva</b>	<b>d [m]</b>	<b><math>\lambda</math> [W·m<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>]</b>	<b>R<sub>i</sub> [m<sup>2</sup>·K·W<sup>-1</sup>]</b>
1	Cemix 016 F - Sádrová omítka	0,015	0,552	0,027
2	Ztracené bednění DEK 30	0,3	1,23	0,244
3	Cemix 135 - Lepicí a stěrkovací hmota COMFORT	0,003	0,631	0,005
4	Knauf FKD S Thermal	0,2	0,03978	5,028
5	Cemix 135 - Lepicí a stěrkovací hmota COMFORT	0,003	0,634	0,005
6	Skleněná tkanina VERTEX R117, oka 4.3 x 4.3 mm	-	-	-
7	Cemix Silikátová rýhovaná omítka bílá/barevná	0,002	0,65	0,003
$\Sigma$		<b>0,523</b>		<b>5,311</b>

**Tabulka 9:** Skladba obvodové konstrukce 3 [Autor]

Vzhledem k použití hmoždinek je započítaná přírážka, která je rovna  $ZTM = 0,02 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ .

$$\lambda_{ekv} = \lambda \cdot (1 + ZTM) = 0,039 \cdot (1 + 0,02) = 0,03978 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

***Celkový tepelný odpor konstrukce***

$$R = R_{si} + \sum R_i + R_{se} = 0,13 + 5,311 + 0,04 = \mathbf{5,481 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}}$$

***Celkový součinitel prostupu tepla***

Pro konstrukce s běžnými tepelnými mosty je  $\Delta U = 0,02 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} = U + \Delta U = \frac{1}{R} + \Delta U = \frac{1}{5,481} + 0,02 = \mathbf{0,20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}}$$

Doporučená hodnota  $U_{rec,20} = 0,25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} \leq U_{rec,20}$$

$$\mathbf{0,20 \leq 0,25 [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]}$$

**KONSTRUKCE VYHOVÍ**

Porovnání výsledků s programem Teplo 2017, ke kterým byla přičtena přírážka  $\Delta U$ :

### **Konstrukce 1 – Porotherm 30 AKU SYM**

Ruční výpočet:  $U_{cel} = 0,184 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Program:  $U_{cel} = 0,181 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  (0,178 W · m<sup>-2</sup> · K<sup>-1</sup>)

### **Konstrukce 2 - HELUZ AKU 30/33,3 P20**

Ruční výpočet:  $U_{cel} = 0,182 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Program:  $U_{cel} = 0,179 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  (0,176 W · m<sup>-2</sup> · K<sup>-1</sup>)

### **Konstrukce 3 - Ztracené bednění DEK 30**

Ruční výpočet:  $U_{cel} = 0,20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Program:  $U_{cel} = 0,199 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  (0,195 W · m<sup>-2</sup> · K<sup>-1</sup>)

Vzhledem k výsledkům je z pohledu tepelné techniky nejlepší použít konstrukci číslo 2. Broušený akustický cihelný blok HELUZ AKU 30/33,3 P20. Ovšem mezi touto cihlou a cihlou Porotherm 30 AKU SYM je minimální rozdíl. Bude tedy záležet na dalších parametrech, ve kterých budou konstrukce porovnány. Z pohledu tepelné techniky je nejméně výhodná konstrukce se ztraceným bedněním DEK 30. Naopak v této konstrukci nedochází v průběhu roku ke kondenzaci vodní páry, kdežto u dvou předchozích ano. Podrobnější výsledky jsou k vidění v příloze č. 1 této práce.

V následující části práce je navržen akustický obklad těchto stěn. V tomto případě se jedná o 25 mm pryžovou desku Gelpo, která do jisté míry zlepšila vlastnosti z hlediska tepelné techniky. Všechny konstrukce po přidání této vrstvy vyhověly. V závorkách jsou tedy uvedeny výsledné přepočtené hodnoty z programu Teplo 2017.



## 4.4 Vodorovné konstrukce

V předchozích odstavcích byly vybrány a porovnány tři svislé konstrukční prvky, ze kterých by mohla být vystavena vnitřní střelnice. V této kapitole budou předmětem vodorovné konstrukce těchto systému, které budou též porovnány.

Základovou konstrukci celé budovy tvoří kombinace základových pasů a patek. Předmětem řešení budou v následujících odstavcích tři typy podlah, ze kterých budou vybrány ty nejvýhodnější. Jako konstrukce stropu je zvolen jeden typ pro všechny vnitřní posuzované prostory.

### 4.4.1 Vodorovné konstrukce skladů

Podle odstavce 3.6 musí i vodorovné konstrukce skladů splňovat minimální tloušťku. V tomto případě je podlaha tvořena železobetonovou deskou tloušťky 200 mm a následnou zateplenou skladbou s finální vrstvou vysokopevnostní keramické dlažby. Stropní konstrukci tvoří křížem pnutá železobetonová deska tloušťky 250 mm. Beton je použit C 30/37 a ocel B500B. Pod konstrukcí stropu bude zavěšen protipožární podhled KNAUF FIREBOARD s třídou reakce na oheň A1.

### 4.4.2 Porovnání podlah vnitřní střelnice

Pro porovnání jsou vybrány tři skladby, které by měly splňovat požadavky na tepelnou techniku, kročejovou izolaci, mechanickou odolnost a stabilitu. V neposlední řadě musí být povrch protiskluzný, nelesklý, rovný a musí zabraňovat odrazu náhodně vystřelených střel a vibracím z okolních konstrukcí.

U všech třech typů je finální vrstva tvořena epoxidovou hmotou weberpox QS, která je na penetraci weberpox P102. Pod touto vrstvou je betonová mazanina s PE fólií. Porovnávání proběhne hlavně kvůli vrstvě, kde bude uložena kročejová nebo tepelná izolace nebo obě zároveň. Hydroizolace na betonové desce je u všech typů také stejná, a to hydroizolační asfaltový pás Elastodek 40 Special Mineral.

#### 4.4.2.1 Tepelně technické porovnání podlah

V této kapitole jsou posouzeny podlahové konstrukce z hlediska tepelné techniky. Je spočítán a porovnán součinitel prostupu tepla a odpor konstrukce při přestupu tepla. Dále jsou skladby pomocí programu Teplo 2017 posouzeny z hlediska šíření tepla a bilance vodní páry. Legenda viz odstavec 4.3.2.1.

#### Konstrukce 1 – Tepelná izolace Styrodur 5000 CS

Podlahová konstrukce 1				
č.	Vrstva	d [m]	$\lambda$ [W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	R <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ·K·W <sup>-1</sup> ]
1	Epoxidová hmota weberpox QS + penetrace	0,002	0,2	0,010
2	Betonová mazanina	0,07	1,23	0,057
3	PE folie DEKSEPAR	0,001	0,35	0,003
4	Tepelná izolace Styrodur 5000 CS	0,12	0,035	3,429
5	Hydroizolace Elastodek 40 Special Mineral	0,004	0,21	0,019
6	Penetrační asfaltový lak PENETRAL ALP	-	-	-
Σ		<b>0,197</b>		<b>3,517</b>

Tabulka 10: Skladba podlahové konstrukce 1 [Autor]

#### *Celkový tepelný odpor konstrukce*

$$R = R_{si} + \sum R_i + R_{se} = 0,17 + 3,517 + 0 = 3,687 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

#### *Celkový součinitel prostupu tepla*

Pro konstrukce s běžnými tepelnými mosty je  $\Delta U = 0,02 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} = U + \Delta U = \frac{1}{R} + \Delta U = \frac{1}{3,687} + 0,02 = 0,29 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota  $U_{rec,20} = 0,30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} \leq U_{rec,20}$$

$$0,29 \leq 0,30 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}] \text{ KONSTRUKCE VYHOVÍ}$$

## Konstrukce 2 – Kročejová izolace Isover EPS RIGIFLOOR 5000

Podlahová konstrukce 2				
č.	Vrstva	d [m]	$\lambda$ [W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	R <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ·K·W <sup>-1</sup> ]
1	Epoxidová hmota weberpox QS + penetrace	0,002	0,2	0,010
2	Betonová mazanina	0,07	1,23	0,057
3	PE folie DEKSEPAR	0,001	0,35	0,003
4	Kročejová izolace Isover EPS RIGIFLOOR 5000	0,05	0,039	1,282
5	Hydroizolace Elastodek 40 Special Mineral	0,004	0,21	0,019
6	Penetrační asfaltový lak PENETRAL ALP	-	-	-
Σ		<b>0,127</b>		<b>1,371</b>

Tabulka 11: Skladba podlahové konstrukce 2 [Autor]

### Celkový tepelný odpor konstrukce

$$R = R_{si} + \sum R_i + R_{se} = 0,17 + 1,371 + 0 = \mathbf{1,541 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}}$$

### Celkový součinitel prostupu tepla

Pro konstrukce s běžnými tepelnými mosty je  $\Delta U = 0,02 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} = U + \Delta U = \frac{1}{R} + \Delta U = \frac{1}{1,541} + 0,02 = \mathbf{0,67 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}}$$

Doporučená hodnota  $U_{rec,20} = 0,30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} \leq U_{rec,20}$$

$$\mathbf{0,67 \leq 0,30 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]}$$

**KONSTRUKCE NEVYHOVÍ**

### Konstrukce 3 – Tepelná izolace Styrodur 5000 CS + kročejová izolace Isover EPS RIGIFLOOR 5000

Podlahová konstrukce 3				
č.	Vrstva	d [m]	$\lambda$ [W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	R <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ·K·W <sup>-1</sup> ]
1	Epoxidová hmota weberpox QS + penetrace	0,002	0,2	0,010
2	Betonová mazanina	0,07	1,23	0,057
3	PE folie DEKSEPAR	0,001	0,35	0,003
4	Kročejová izolace Isover EPS RIGIFLOOR 5000	0,05	0,039	1,282
5	Tepelná izolace Styrodur 5000 CS	0,12	0,035	3,429
6	Hydroizolace Elastodek 40 Special Mineral	0,004	0,21	0,019
7	Penetrační asfaltový lak PENETRAL ALP	-	-	-
Σ		<b>0,247</b>		<b>4,799</b>

Tabulka 12: Skladba podlahové konstrukce 3 [Autor]

#### *Celkový tepelný odpor konstrukce*

$$R = R_{si} + \sum R_i + R_{se} = 0,17 + 4,799 + 0 = 4,969 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

#### *Celkový součinitel prostupu tepla*

Pro konstrukce s běžnými tepelnými mosty je  $\Delta U = 0,02 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} = U + \Delta U = \frac{1}{R} + \Delta U = \frac{1}{4,969} + 0,02 = 0,22 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota  $U_{rec,20} = 0,30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} \leq U_{rec,20}$$

$$0,22 \leq 0,30 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$$

**KONSTRUKCE VYHOVÍ**

Porovnání výsledků s programem Teplo 2017, ke kterým byla přičtena přírážka  $\Delta U$ :

### **Konstrukce 1**

Ruční výpočet:  $U_{\text{cel}} = 0,29 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Program:  $U_{\text{cel}} = 0,291 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

### **Konstrukce 2**

Ruční výpočet:  $U_{\text{cel}} = 0,67 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Program:  $U_{\text{cel}} = 0,669 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

### **Konstrukce 3**

Ruční výpočet:  $U_{\text{cel}} = 0,22 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Program:  $U_{\text{cel}} = 0,221 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Požadavkům na součinitel prostupu tepla vyhověly dvě z těchto konstrukcí. Pokud by byla v podlaze jen kročejová izolace Isover EPS RIGIFLOOR 5000, tak by konstrukce nevyhověla. V našem případě je třeba zajištění jak tepelné, tak kročejové izolace. Tu nám zajistí kombinace tepelné izolace Styrodur 5000 CS tloušťky 120 mm a kročejové izolace Isover EPS RIGIFLOOR 5000 tloušťky 50 mm. Podrobnější výsledky lze nalézt v příloze č. 1.

## **4.4.3 Stropní konstrukce vnitřní střešnice**

Vzhledem ke konstrukčnímu systému je i zde zvolena monolitická železobetonová křížem pnutá deska tloušťky 250 mm. Strop je podepírán železobetonovými sloupy a průvlaky. Beton je použit C 30/37 a ocel B500B. Tato konstrukce je zvolena i proto, že do ní bude potřeba kotvit akustický podhled nebo obklad a k tomu bude betonová konstrukce nejvýhodnější.

### **4.4.3.1 Tepelně technické posouzení stropu**

Posouzení je stejné pro konstrukce střešnice a zároveň i skladů.

Stropní konstrukce				
č.	Vrstva	d [m]	$\lambda$ [W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	R <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ·K·W <sup>-1</sup> ]
1	Keramická dlažba RAKO	0,015	1,01	0,015
2	Lepidlo na obklady a dlažbu	0,005	0,8	0,006
3	Betonová mazanina	0,05	1,23	0,041
4	PE folie DEKSEPAR	0,001	0,35	0,003
5	Kročejová izolace Isover EPS RIGIFLOOR 5000	0,05	0,039	1,282
6	Železobetonová stropní deska, beton C30/37 XC1	0,25	1,74	0,144
Σ		<b>0,371</b>		<b>1,490</b>

Tabulka 13: Skladba stropní konstrukce [Autor]

***Celkový tepelný odpor konstrukce***

$$R = R_{si} + \sum R_i + R_{se} = 0,17 + 1,490 + 0,17 = \mathbf{1,830 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}}$$

***Celkový součinitel prostupu tepla***

Pro konstrukce s běžnými tepelnými mosty je  $\Delta U = 0,02 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} = U + \Delta U = \frac{1}{R} + \Delta U = \frac{1}{1,830} + 0,02 = \mathbf{0,566 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}}$$

Doporučená hodnota  $U_{rec,20} = 0,70 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$U_{cel} \leq U_{rec,20}$$

$$\mathbf{0,566 \leq 0,70 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}}$$

**KONSTRUKCE VYHOVÍ**

Stropní konstrukce z hlediska prostupu tepla mezi vnitřními prostory s rozdílem teplot do 10 °C vyhověla. Výsledky z programu se shodují s ručním výpočtem. Více informací o tepelném posouzení je v příloze č. 1.

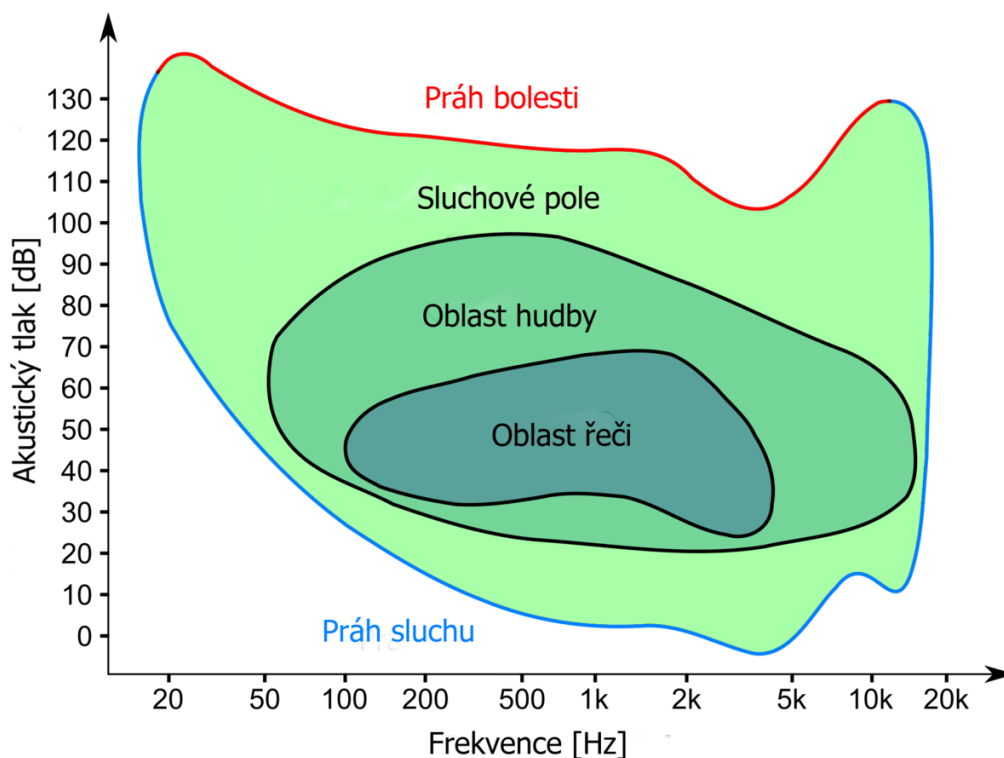
V následující části práce je navržen akustický obklad stropu. Zde se jedná o 85 mm pryžovou desku Gelpo složenou z 60 a 25 mm vrstev. I v tomto případě se tepelné vlastnosti zlepšily a konstrukce vyhověla. Součinitel prostupu tepla je  $\mathbf{0,443 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}}$ .

## 4.5 Akustika vnitřní střežnice

V této kapitole bude rozebrána problematika akustiky ve vnitřních prostorech. Akustika je velice rozsáhlý vědní obor, který se zabývá studiem zvuku, vznikem zvukového vlnění, jeho šířením nebo jeho vnímáním lidskými smysly. Akustika má mnoho podoborů jako je stavební akustika, fyzikální akustika, hudební akustika a další. [19]

### 4.5.1 Základní terminologie

**Zvuk** - mechanické kmitání a jím buzené mechanické vlnění šířící se v pružném prostředí, které je lidský sluchový orgán schopen přijímat a mozek zpracovat ve sluchový vjem. Nejdůležitější je frekvenční pásmo od 0,5 do 5 kHz, protože v něm má sluchový orgán rezonanci, a tím i největší citlivost. Meze slyšitelnosti jsou nad 20 Hz a pod 16 kHz. Vlnění s frekvencí nižší než 20 Hz se nazývá infrazvuk a vlnění s frekvencí vyšší než 20 kHz se nazývá ultrazvuk. Na obrázku je znázorněno sluchové pole člověka; [21]



Obrázek 29: Sluchové pole člověka [19]

**Tón** – zvuk, který má periodický nebo kvaziperiodický charakter;

**Šum** – obecně neperiodický zvuk obsahující nejrůznější frekvence;

**Hluk** – všechny zvuky, ať se jedná o tóny nebo šумы, které jsou v daných podmínkách nežádoucí, rušivé nebo dokonce škodlivé;

**Zvuková izolace** - je vzájemné akustické oddělení dvou prostorů (nejčastěji místností), která se projevuje potlačováním zvuku při jeho šíření z jednoho prostoru do druhého. Přenos zvuku mezi místnostmi je ovlivněn charakterem zdroje zvuku a akustickými vlastnostmi stavebních prvků, které se na přenosu podílejí. Akustika stavebních konstrukcí se dělí do dvou základních podskupin. První podskupina se zabývá šířením zvuku vzduchem a druhá se zabývá šířením zvuku konstrukcemi; [20]

**Hladina akustické intenzity** – mírou účinku mechanického vlnění vzduchu a jím přenášeného zvuku je plošná hustota akustického výkonu nazvaná akustická intenzita  $I$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ]. Citlivost lidského sluchu při vnímání akustické intenzity není vždy stejná, ale s rostoucí intenzitou se snižuje. To umožňuje totiž člověku vnímat i velmi slabé zvukové signály s vysokou citlivostí a zároveň ho chrání před zvukem vysoké intenzity. Akustická intenzita  $I$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ] vyjádřená v decibelech se nazývá hladina akustické intenzity  $L$  [dB] a je dána vztahem:

$$L_{I,p,P} = 10 \cdot \log \frac{I}{I_{ref}} = 10 \cdot \log \frac{p^2}{p_{ref}^2} = 20 \cdot \log \frac{p}{p_{ref}} = 10 \cdot \log \frac{P_a}{P_{ref}} \text{ [dB]} \quad (1)$$

kde  $I_{ref} = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  je již zmíněná prahová hodnota akustické intenzity. Intenzita je přímo úměrná druhé mocnině akustického tlaku a první mocnině akustického výkonu. Takto definovaná veličina se nazývá hladina akustického tlaku  $L$  [dB] respektive výkonu, kde  $p$  [Pa] je akustický tlak,  $P_a$  [W] je akustický výkon,  $p_{ref} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$  je prahová hodnota akustického tlaku a  $P_{ref} = 10^{-12} \text{ W}$  je referenční akustický výkon. Obě veličiny, hladina akustické intenzity sledovaná ve směru šíření zvuku a hladina akustického výkonu, mají vždy stejnou hodnotu, protože jsou tak záměrně definovány. [20]



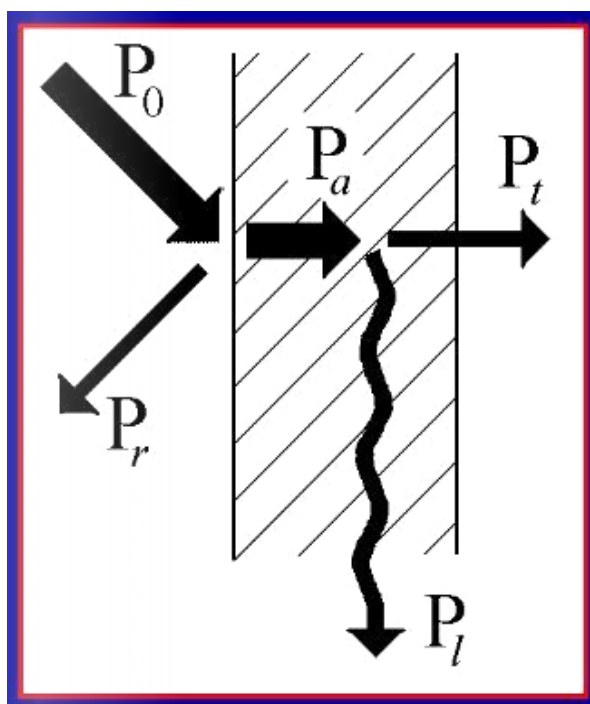
### 4.5.2 Pohlcování zvuku a šíření hluku v uzavřeném prostoru

**Chování zvuku na překážce** – akustická intenzita zvuku dopadajícího na překážku se částečně odrazí zpět a zbytek je překážkou pohlcen. Pohlcená intenzita se z části mění v teplo a z části prochází překážkou. Jinak řečeno při dopadu zvuku o akustickém výkonu  $P_0$  [W] na překážku se část tohoto výkonu  $P_r$  [W] odrazí a část  $P_a$  [W] pohltí. Pohlcený výkon se pak rozdělí na části výkonu  $P_l$  [W], která se ztratí (je odvedena konstrukcí mimo sledované místo nebo se promění v jiný druh energie) a na část  $P_t$  [W], která projde stěnou a je vyzářena do vedlejšího prostoru. Následně je možnost definovat činitele neboli koeficienty odrazivosti, pohltivosti a průzvučnosti. Graficky je toto znázorněno na následujícím obrázku. [20]

$$\text{Činitel odrazivosti - } \rho = \frac{P_r}{P_0} [-] \quad (2)$$

$$\text{Činitel pohltivosti - } \alpha = \frac{P_a}{P_0} [-] \quad (3)$$

$$\text{Činitel průzvučnosti - } \tau = \frac{P_t}{P_0} [-] \quad (4)$$



**Obrázek 30:** Distribuce akustického výkonu po dopadu zvuku na stěnu [20]

**Zvuková pohltivost** – účinky stěny závisejí nejen na koeficientech uvedených v předešlém odstavci, ale také na její ploše  $S$ . Proto se zavádí veličina pohltivosti stěny:

$$A = \alpha \cdot S \text{ [m}^2\text{]} \quad (5)$$

Pohltivost stěny  $A$  udává velikost plochy otevřeného okna, které by mělo stejnou pohltivost jako uvažovaná stěna. Stěny místnosti mohou být tvořeny z mnoha materiálů o různých vlastnostech. V tomto případě se zavádí veličina celkové pohltivosti: [20][21]

$$A_n = \sum_{k=1}^n A_k = \sum_{k=1}^n \alpha_k S_k \text{ [m}^2\text{]} \quad (6)$$

Se vzrůstající celkovou pohltivostí  $A$  [m<sup>2</sup>] místnosti se zvyšuje i hodnota středního činitele pohltivosti  $\alpha_m$  [-] uzavřeného prostoru. Stanoví se jako průměrná hodnota ze všech povrchů v místnosti:

$$\alpha_m = \frac{\sum_{k=1}^n \alpha_k S_k}{\sum_{k=1}^n S_k} \text{ [-]} \quad (7)$$

kde  $\alpha_k$  [-] je jednotlivý součinitel pohltivosti a  $S_k$  [m<sup>2</sup>] jsou jednotlivé  $k$ -té plochy místnosti. [20]

**Intenzita zvuku difúzního akustického pole  $I_{ad}$**  – pro intenzitu difúzního akustického pole v místnosti se stěnami o celkové pohltivosti  $A_n$ , ve které působí konstantní akustický zdroj o výkonu  $P_{as}$ , platí:

$$I_{ad} = \frac{4P_{as}}{A_n} \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2}\text{]} \quad (8)$$

Celkový odražený akustický výkon od všech stěn  $P_{as}$  jako část dopadajícího akustického výkonu na tyto stěny je dán vztahem:

$$P_{as} = P \cdot (1 - \alpha_m) \text{ [W]} \quad (9)$$

Kde  $P$  je vyzařovaný akustický výkon.

Po dosazení (9) do (8) a upravení, jejím vynásobením hodnotou  $10^{12}$ , logaritmováním a vynásobením deseti dostaneme vztah pro výpočet hladiny akustického tlaku  $L_p$  [dB]:

$$L_p = L_v + 10 \cdot \log \frac{4 \cdot (1 - \alpha_m)}{\alpha_m \cdot S} = L_v + 10 \cdot \log \frac{4}{R} \text{ [dB]} \quad (10)$$

kde  $L_w$  [dB] je hladina akustického výkonu zdroje a  $R$  je konstanta místnosti vyjadřující schopnost prostoru pohlcovat akustickou energii a je dána rovnicí:

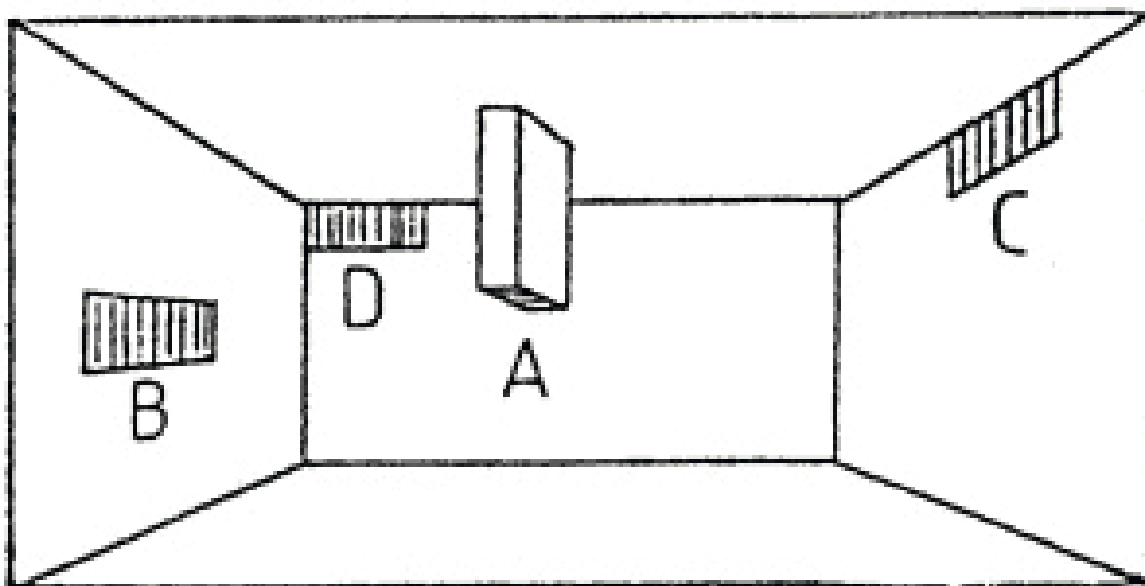
$$R = \frac{\alpha_m \cdot S}{1 - \alpha_m} [-] \quad (11)$$

Pohlcujícími konstrukcemi se formou obkladu zvyšuje činitel pohltivosti stropu nebo stěn místnosti, což má za následek nejen snížení hladiny akustického tlaku v poli odražených vln, ale i změnu dalších důležitých akustických vlastností místnosti v důsledku zvýšení její celkové zvukové pohltivosti, např. doby dozvuku, která je významná pro akustičnost vnitřních prostorů budov. [20]

**Celková hladina akustického tlaku v uzavřeném prostoru** – v praxi je třeba počítat s kombinací účinku pole přímých i odražených vln při zjišťování hladin akustického tlaku v uzavřeném prostoru. Díky této kombinaci získáme vztah pro výpočet hladiny akustického tlaku v určitém bodu uzavřeného prostoru:

$$L_p = L_v + 10 \cdot \log \left[ \frac{Q}{4\pi \cdot r^2} + \frac{4 \cdot (1 - \alpha_m)}{\alpha_m \cdot S} \right] \text{ [dB]} \quad (12)$$

K tomuto vztahu potřebujeme ještě jednu veličinu a tou je směrový činitel  $Q$ . Tento činitel charakterizuje umístění zdroje zvuku v prostoru a možnost šíření zvuku prostorem. Hodnoty jsou pro A  $Q = 1$ , pro B  $Q = 2$ , pro C  $Q = 4$  a pro D  $Q = 8$  viz následující obrázek.



**Obrázek 31:** Směrový činitel  $Q$  [tzb]

**Dozvuk** – je jev poklesu akustické intenzity zvuku v místnosti po vypnutí akustického zdroje. Doba dozvuku  $T_D$  [s] se používá k hodnocení dozvuku v místnosti. Je to doba, za kterou hustota akustické energie po vypnutí zdroje zvuku klesne na  $10^{-6}$  původní hodnoty, tedy poklesne o 60 dB. Byla představena Sabinem, který odvodil vztah pro její dobu:

$$T_D = 24 \cdot \ln(10) \frac{V}{c \cdot \alpha \cdot S} \approx 0,161 \cdot \frac{V}{\alpha_m \cdot S} [\text{s}] \quad (13)$$

Kde  $V$  je objem místnosti,  $c$  je rychlost zvuku a  $\alpha$  je koeficient pohltivosti stěn o celkové ploše  $S$ . Doba dozvuku je tedy úměrná objemu místnosti a nepřímo úměrná celkové pohltivosti stěn. Tento vztah platí jen pro malé místnosti. [21][30]

**Vzduchová neprůzvučnost** - schopnost vodorovné či svislé konstrukce (podlahy i stěny) zachytit nebo přenést hluk, který se šíří vzduchem z okolních místností do chráněného prostoru.

Z předešlého odstavce je v našem případě důležitý činitel průzvučnosti, který je obsažen v následujícím vztahu pro zvukovou neprůzvučnost:

$$R = 10 \cdot \log \frac{1}{\tau} = 10 \cdot \log \frac{P_0}{P_t} \text{ [dB]} \quad (14)$$

Akustický výkon vyzařovaný dělicím prvkem do místnosti příjmu a akustický výkon pohlcovaný v místnosti příjmu se vyjádří pomocí akustických tlaků a ploch dělicích prvků. Z jejich rovnosti a s využitím předchozího vztahu získáme konečný vztah pro výpočet neprůzvučnosti ve tvaru:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log \frac{S}{A_2} \text{ [dB]} \quad (15)$$

kde  $L_1$  je hladina akustického tlaku v místnosti zdroje,  $L_2$  je hladina akustického tlaku v místnosti příjmu,  $S$  je plocha dělicího prvku a  $A_2$  je celková ekvivalentní plocha pohlcování v místnosti příjmu.

Vážená neprůzvučnost konstrukcí a materiálů se stanovuje v laboratorních podmínkách. Vzhledem k tomu, že se ve skutečnosti bude hluk šířit nejenom přes konstrukci, ale i kolem ní, je zavedena hodnota stavební vážené neprůzvučnosti  $R'_w$  [dB]. Tato hodnota je menší než laboratorní o příslušnou korekci  $k_1$  [dB]. Korekce nabývá hodnot v rozmezí 2 – 8 dB. [20]

$$R'_w = R_w - k_1 \text{ [dB]} \quad (16)$$

**Kročejová neprůzvučnost** – vyjadřuje schopnost stavebních prvků nebo částí budov omezovat přenos kročejového zvuku mezi místnostmi. Kročejový zvuk vzniká přímo tam, kde dochází k chůzi nebo skákání osob, pádu předmětů na podlahu atd. Nejběžněji používanou veličinou kročejové neprůzvučnosti je normová hladina akustického tlaku kročejového zvuku  $L_n$ , která je definovaná vztahem:

$$L_n = L_2 + 10 \cdot \log \frac{A_2}{A_0} \text{ [dB]} \quad (17)$$

kde  $L_2$  je hladina akustického tlaku v místnosti příjmu způsobená provozem normalizovaného kročejového zvuku na zkoušené konstrukci,  $A_2$  je celková ekvivalentní plocha pohlcování místnosti příjmu a  $A_0$  je referenční ekvivalentní pohltivá plocha (pro byty daná hodnotou 10 m<sup>2</sup>).

Na rozdíl od vzduchové neprůzvučnosti, pro jejíž popis se používají veličiny založené na rozdílu hladin akustického tlaku mezi místností zdroje a místností příjmu, veličiny kročejové neprůzvučnosti jsou vyjádřeny přímo hladinou akustického tlaku v místnosti příjmu. [20]

Stejně jako u vzduchové neprůzvučnosti se i kročejová stanovuje v laboratorních podmínkách jako  $L_{n,w}$ . V běžných stavbách se tedy počítá s váženou stavební normovou hladinou akustického tlaku  $L'_{n,w}$ . Ta se podle ČSN 73 0532 odhadne ze vztahu:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2 \text{ [dB]} \quad (18)$$

kde  $k_2$  je empirická korekce závislá na bočních cestách přenosu zvuku (obvykle se rovná 0 až 2 dB).

### 4.5.3 Limity hluku pro vnitřní prostředí staveb

Podle ČSN 73 0532 jsou stanoveny požadavky na izolaci místností v budovách. V našem případě jsou prostory velice specifické a požadavky jsou jiné než u klasicky stanovených prostor. Pro posouzení byly tedy použity hodnoty, které se našim požadavkům nejvíce přibližují, a to prostory, které jsou dle ČSN 73 0532 zařazeny do kategorie F: Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory. Zde byly vybrány hodnoty pro velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny, tělocvičny)  $L_{A,max} \leq 90\text{dB}$ . Níže jsou uvedeny požadavky na zvukovou izolaci. [22]

Požadovaná vzduchová neprůzvučnost vnitřní stěny:  $R'_w = 57 \text{ dB}$

Požadovaná vzduchová neprůzvučnost obvodové stěny:  $R'_w = 48 \text{ dB}$  (nejvyšší možná hodnota převzatá z ČSN 73 0532)

Požadovaná vzduchová neprůzvučnost vnitřního stropu:  $R'_w = 60 \text{ dB}$

Požadovaná kročejová neprůzvučnost vnitřního stropu:  $R'_w = 48 \text{ dB}$

Kabina řídicího střelby:  $L_p = 75 \text{ dB}$

Doba dozvuku pro vnitřní střelnice:  $T_D = 0,6 \text{ s}$  [22]

#### 4.5.4 Měření

K měření hluku v komunálním prostředí se používají měřicí přístroje třídy 1 vyhovující požadavkům ČSN EN 61672-1. Při frekvenční analýze se používají pásmové filtry třídy 1, které splňují požadavky ČSN EN 61260-1. Měřicí mikrofony, zvukoměry tř. 1, osobní zvukové expozimetry a pásmové filtry jsou zařazeny ve vyhlášce č. 345/2002 Sb. jako stanovená měřidla, která podle zákona č. 505/1990 Sb. podléhají úřednímu ověření stanoveného měřidla. Všechna stanovená měřidla používaná k měření hluku v mimopracovním prostředí musí být vybavena platným ověřovacím listem. [23]

Pro měření se může použít:

- a) mikrofon upevněný na stativu a propojený kabelem s měřicím přístrojem;
- b) mikrofon upevněný spolu s měřicím přístrojem na stativu; pro spojení mikrofonu s přístrojem je možné použít ohebný nástavec; obsluha musí být při měření nejméně 0,5 m za mikrofonem.

Používá se typ mikrofonu podle druhu zvukového pole nebo přístroj umožňující korekci na druh zvukového pole.

Ve vnitřním prostoru staveb se umístění mikrofonu volí tam, kde exponované osoby převážně tráví čas, přednostně se volí  $1,2 \pm 0,1$  m (sedící osoby), resp.  $1,5 \pm 0,1$  m (stojící osoby) nad podlahou. Mikrofon by měl být umístován v geometrickém středu místnosti. Osa hlavní citlivosti mikrofonu se směřuje:

- a) ke zdroji, je-li identifikovatelný směr šíření hluku, se zvukoměrem nastaveným na čelní úhel dopadu;
- b) svisle vzhůru, není-li identifikovatelný směr šíření hluku, se zvukoměrem nastaveným na náhodný úhel dopadu. [23]

Výsledné hodnoty měření hladin akustického tlaku je nutné uvádět včetně nejistoty měření. Stanovení nejistot vychází z pravděpodobnostních principů. Do výpočtu nejistoty je třeba zahrnout alespoň nejistotu měřicího řetězce včetně jeho kalibrace, nejistotu metody, nejistotu určenou z opakovaných měření za

podmínek opakovatelnosti (stejná metoda, měřicí řetězec, měřič a místo měření).  
[23]

Pro názornost je zde přidána fotografie z měření, které probíhalo při výstavbě bytového domu. Měření probíhalo v obytných místnostech (ložnice) a měřil se hluk při zavírání garážových vrat umístěných pod těmito místnostmi.



**Obrázek 32:** Příklad přístroje k měření hluku [Autor]





Obrázek 33: Zdroj hluku - garážová vrata [Autor]

#### 4.5.5 Výpočet hladiny akustického tlaku

V našem případě se jedná o výpočet pro vnitřní střelnici, ve které se bude střílet ze vzduchových dlouhých a krátkých zbraní. Pro výpočet je třeba znát základní údaje o místnosti, zbraních a materiálu, který bude použit. V místnosti bude na stěnách a stropu použit akustický obklad tloušťky 25 mm, který bude pohlcovat hluk a bude tedy přispívat ke zvukové izolaci místnosti. Na podlaze je protiskluzný epoxidový nátěr.

Délka střelnice je 15,3 m, šířka je 13,8 m a výška je 4,27 m. Pro výpočet pohltivosti je dále třeba znát plochu všech stěn v místnosti. Ke zvukové pohltivosti přispívají všechny plochy, ať kladně, či záporně. V našem případě je celková plocha  $S = 670,8 \text{ m}^2$ . Plocha obkladů je  $459,6 \text{ m}^2$  a plocha podlahy je  $211,2 \text{ m}^2$ . Objem místnosti  $V = 901,6 \text{ m}^3$ . Důležitá je frekvence zvuku střelby. Ta je v našem případě 4000 Hz. Je potřeba kvůli určení součinitele pohltivosti, který je tabelován. V našem případě se jedná o zvukově absorpční desky Gelpo. Hodnota součinitele byla vyčtena z tabulky pro často používané materiály pro

akustickou izolaci. Tento součinitel při 4000 Hz je pro 25 mm absorpční desku zvolen  $\alpha_d = 0,66$ . Pro povrch podlahy je zvolen  $\alpha_p = 0,02$ . Pro výpočet je dále třeba znát hladinu akustického tlaku  $L_v$  [dB]. Ta je pro vzduchovkovou pušku rovna viz (1)  $L_v = 10 \log (W/W_0) = 10 \log (10^{-3}/10^{-12}) = 90$  dB [20]. Tato hodnota je čistě orientační a je použita pouze pro akademické účely této práce. K výpočtu je dále třeba hodnota středního činitele pohltivosti  $\alpha_m$  [-] daná vztahem (7):

$$\alpha_m = \frac{\sum_{k=1}^n \alpha_k S_k}{\sum_{k=1}^n S_k} = \frac{0,66 \cdot 459,6 + 0,02 \cdot 211,2}{670,8} = 0,46$$

R je konstanta místnosti vyjadřující schopnost prostoru pohlcovat akustickou energii:

$$R = \frac{\alpha_m \cdot S}{1 - \alpha_m} = \frac{0,46 \cdot 670,8}{1 - 0,46} = 571,42$$

Nyní můžeme přejít k výpočtu vztahu (12) – celkové hladiny akustického tlaku  $L_p$  v uzavřeném prostoru. Bude spočítáno několik vzdáleností od zdroje, tedy střelce a pušky. Index směrovosti je dle obrázku 31 zvolen  $Q = 1$ .

Vzdálenost 0,5 m od ústí hlavně:

$$L_{p0,5} = L_v + 10 \cdot \log \left[ \frac{Q}{4\pi \cdot r^2} + \frac{4}{R} \right] = 90 + 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{4\pi \cdot 0,5^2} + \frac{4}{571,42} \right] = 85,1 \text{ dB}$$

Vzdálenost 3 m od ústí hlavně – prostory rozhodčích:

$$L_{p0,5} = L_v + 10 \cdot \log \left[ \frac{Q}{4\pi \cdot r^2} + \frac{4}{R} \right] = 90 + 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{4\pi \cdot 3^2} + \frac{4}{571,42} \right] = 72,0 \text{ dB}$$

Vzdálenost 5 m od ústí hlavně – prostory pro diváky:

$$L_{p0,5} = L_v + 10 \cdot \log \left[ \frac{Q}{4\pi \cdot r^2} + \frac{4}{R} \right] = 90 + 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{4\pi \cdot 5^2} + \frac{4}{571,42} \right] = 70,1 \text{ dB}$$

Vzdálenost 10 m od ústí hlavně – prostory terčů

$$L_{p0,5} = L_v + 10 \cdot \log \left[ \frac{Q}{4\pi \cdot r^2} + \frac{4}{R} \right] = 90 + 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{4\pi \cdot 10^2} + \frac{4}{571,42} \right] = 68,9 \text{ dB}$$

Vzhledem k tomu, že se na této střelnici nebude nacházet stanoviště řídicího střelby a bude jím tedy celý prostor střelnice, tzn. řídicí střelby se bude nacházet v prostoru za střelci. Požadavek na 75 dB (viz odst. 4.5.3) je tedy splněn.

#### 4.5.6 Výpočet doby dozvuku vnitřní střelnice

Podle odstavce 4.5.3 nesmí být doba dozvuku u střelnice do 25 m větší než 0,6 s. Zde bude vypočítána doba pro navrhovanou vnitřní střelnici podle (13). Využita bude celková plocha střelnice a hodnota celkového činitele pohltivosti  $\alpha_m$ .

$$T_D = 0,161 \cdot \frac{V}{\alpha_m \cdot S} = 0,161 \cdot \frac{901,6}{0,46 \cdot 670,8} = 0,47$$

$$0,47 < 0,6 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Konstrukce místnosti na požadovanou dobu dozvuku vyhoví.

#### 4.5.7 Akustické posouzení svislých konstrukcí

V této kapitole budou posouzeny svislé konstrukce z hlediska možného šíření hluku a vzduchové a kročejové neprůzvučnosti. Vzhledem k celkovému konstrukčnímu systému a minimálnímu rozdílu v tepelně technických vlastnostech mezi cihlou HELUZ AKU 30/33,3 P20 a cihlou Porotherm 30 AKU SYM byla zvolena cihla Porotherm. Je tedy uvedena jako součást následujících konstrukcí. Pro výpočet byly použity akustické vlastnosti materiálů uvedené v programu. Při výpočtu v programu jsou zanedbány například omítky. Do výpočtových skladeb jsou tedy použity jen vrstvy, které přímo ovlivňují akustické vlastnosti. Výpočty byly provedeny pomocí programu Neprůzvučnost 2010 [24] a výstupy jsou uvedeny v příloze č. 2 diplomové práce.

##### 4.5.7.1 Vnitřní stěna

Během výpočtu bylo zjištěno, že navržená konstrukce by při původní skladbě nevyhověla. Byla proto mezi pryžové desky Gelpo a cihelné bloky přidána vzduchová mezera tloušťky 80 mm.

Reálná skladba (od interiéru):

č.	Vrstva	Tloušťka [mm]
1	Pryžová deska Gelpo	25
2	Rošt pro uchycení desek	-
3	Vzduchová vrstva	80
4	Porotherm 30 AKU SYM	300
5	Cemix 016 F - Sádrová omítka	15
Σ		420

**Tabulka 14:** Vnitřní akustická stěna [Autor]

➤ **Vzduchová neprůzvučnost**

$R_w = 59$  dB – vypočtená hodnota vážené (laboratorní) neprůzvučnosti,

$R'_w = 57$  dB – předpokládaná hodnota vážené stavební neprůzvučnosti,

$R'_{w,pož} = 57$  dB – požadována hodnota vážené stavební neprůzvučnosti dle ČSN 73 0532. [22]

$$57 \geq 57 \text{ [dB]} - \text{VYHOVUJE}$$

Navržená konstrukce splňuje vybrané akustické požadavky.

#### 4.5.7.2 Obvodová konstrukce

Reálná skladba (od interiéru):

č.	Vrstva	Tloušťka [mm]
1	Pryžová deska Gelpo	25
2	Porotherm 30 AKU SYM	300
3	Cemix 135 - Lepicí a stěrkový hmota COMFORT	3
4	Knauf FKD S Thermal	200
5	Cemix 135 - Lepicí a stěrkový hmota COMFORT	3
6	Skleněná tkanina VERTEX R117, oka 4.3 x 4.3 mm	-
7	Cemix Silikátová rýhovaná omítka bílá/barevná	2
Σ		533

**Tabulka 15:** Obvodová akustická stěna [Autor]

### ➤ Vzduchová neprůzvučnost

$R_w = 50$  dB – vypočtená hodnota vážené (laboratorní) neprůzvučnosti,

$R'_w = 48$  dB – předpokládaná hodnota vážené stavební neprůzvučnosti,

$R'_{w,pož} = 48$  dB – požadována hodnota vážené stavební neprůzvučnosti dle

ČSN 73 0532. [22]

$$48 \geq 48 \text{ [dB]} - \text{VYHOVUJE}$$

Navržená konstrukce splňuje vybrané akustické požadavky.

## 4.5.8 Akustické posouzení vodorovných konstrukcí

Zde bude posouzena stropní konstrukce z hlediska vzduchové a následně kročejové neprůzvučnosti. Pro výpočet byly použity akustické vlastnosti materiálů uvedené v programu. Při výpočtu v programu jsou zanedbány například omítky nebo lepidla. Do výpočtové skladby jsou tedy použity jen vrstvy, které přímo ovlivňují akustické vlastnosti. Výpočty byly provedeny pomocí programu Neprůzvučnost 2010 [24] a výstupy jsou uvedeny v příloze č. 2 diplomové práce.

### 4.5.8.1 Stropní konstrukce

Reálná skladba (od exteriéru):

č.	Vrstva	Tloušťka [mm]
1	Keramická dlažba RAKO	15
2	Lepidlo na obklady a dlažbu	5
3	Betonová mazanina	50
4	PE folie DEKSEPAR	1
5	Kročejová izolace Isover EPS RIGIFLOOR 5000	50
6	Železobetonová stropní deska, beton C30/37 XC1	250
7	Pryžžová deska Gelpo	85
Σ		456

**Tabulka 16:** Stropní akustická konstrukce [Autor]

➤ **Vzduchová neprůzvučnost**

$R_w = 62$  dB – vypočtená hodnota vážené (laboratorní) neprůzvučnosti,

$R'_w = 60$  dB – předpokládaná hodnota vážené stavební neprůzvučnosti,

$R'_{w,pož} = 60$  dB – požadována hodnota vážené stavební neprůzvučnosti dle

ČSN 73 0532. [22]

$$60 \geq 60 \text{ [dB]} - \text{VYHOVUJE}$$

Navržená konstrukce splňuje vybrané akustické požadavky.

➤ **Kročejová neprůzvučnost**

$R_w = 39$  dB – vypočtená hodnota vážené (laboratorní) kročejové neprůzvučnosti,

$R'_w = 41$  dB – předpokládaná hodnota vážené stavební kročejové neprůzvučnosti,

$R'_{w,pož} = 48$  dB – požadována hodnota vážené stavební kročejové neprůzvučnosti

dle ČSN 73 0532. [22]

$$41 \leq 48 \text{ [dB]} - \text{VYHOVUJE}$$

Navržená konstrukce splňuje vybrané akustické požadavky.

## 5 Venkovní střelnice

V následující části bude nastíněno řešení venkovní střelnice. Tato střelnice má několik základních prvků, které budou rozebrány a navrženy. Půjde hlavně o návrh věží, ve kterých jsou umístěny vrhačky asfaltových terčů, okopu pro vrhačky, stanovišť pro střelce, anebo záchytných a ochranných valů.

Venkovní střelnice je situována při severní hranici pozemku před severní stranou budovy pro zázemí. Jak již bylo dříve popsáno, jedná se o pět kombinovaných střelišť pro disciplíny TRAP a SKEET.

## 5.1 Střelnice pro disciplínu TRAP

V této části práce bude navrženo řešení venkovní střelnice pro disciplínu TRAP. Budou rozebrány požadavky, které musí být splněny, a bude navrženo možné stavební řešení této střelnice.

### 5.1.1 Technická ustanovení pro střeliště TRAP

#### 5.1.1.1 Okop pro vrhačky

Okop je zařízení, které slouží k umístění vrhaček pro terče. Jeho horní plocha střechy musí být ve stejné úrovni jako plocha střeleckých stanovišť. Vnitřní rozměry by měly mít zhruba 20 m délku, 2 m šířku a 2 – 2,1 m světlou výšku. Tyto rozměry zajistí volnost pohybu, která je potřeba pro obsluhu a k zásobování terčů. [7]

#### 5.1.1.2 Vzdálenost mezi okopy

Vzhledem k pravidlům pro vržení a křížení terčů jsou dány minimální vzdálenosti mezi jednotlivými vrhačkami. Vzdálenost mezi středem vrhačky číslo 15 na střelišti „A“ a středem vrhačky číslo 1 na střelišti „B“ nesmí být menší než 35 m. [7]

#### 5.1.1.3 Vrhačky

Jak již bylo řečeno v kapitole 3.3.3, vrhačka je zařízení, které metá asfaltové terče. Každý okop musí být osazen 15 vrhačkami, které jsou přichycené k přední stěně okopu. Vrhačky musí být rozděleny do pěti skupin po třech. Střed každé skupiny je označen pouze značkou namalovanou na střeše nad střední vrhačkou každé skupiny. Vzdálenosti mezi vrhačkami v každé skupině musí být stejné v rozmezí 1 – 1,1 m. Vzdálenost mezi středovými vrhačkami sousedních skupin musí být v rozmezí 3 – 3,3 m. Vrhačky jsou instalovány tak, že čep vrhacího ramene je 0,5 m ( $\pm 0,10$  m) pod horní hranou střechy a 0,5 m ( $\pm 0,10$  m) za přední hranou střechy. [7]

#### 5.1.1.4 Limity pro terče

Každý terč musí být vypuštěn tak, aby splnil následující požadavky:

- a) výška v 10 m před okopem musí být od 1,5 m do 3,0 m s tolerancí  $\pm 0,15$  m;
- b) úhel maximálně  $45^\circ$  vlevo nebo vpravo;
- c) dolet  $76,0 \pm 1,0$  m (měřeno do čelní hrany okopu) [7]

Nastavení vrhaček kontroluje před každým závodem jury, který dohlíží na splnění technických pravidel pro jednotlivé disciplíny.

#### 5.1.2 Konstrukce stanoviště

V předešlých kapitolách bylo řečeno, že stanoviště má rozměry  $1 \times 1$  m. Označení tohoto čtverce bude jasně viditelnou bílou barvou na betonovém podkladu. Z výkresu číslo 5 je patrné, kde se stanoviště nacházejí. Celá betonová plocha bude jako konstrukce okopu natřena venkovní zelenou barvou na beton BETEX 2v1. Stanoviště jako takové zůstane v barvě betonu. Všechna stanoviště budou zpevněná a vodorovná ve všech směrech. Betonový podklad bude tloušťky minimálně 100 mm a bude celý řádně oddilátován. Přejechod mezi zemínou a betonem bude oddělen separační vrstvou netkané geotextilie.

#### 5.1.3 Konstrukce okopu

Okop je půdorysných rozměrů  $27,4 \times 5$  m. Je rozdělen na přístupové schodiště a na osm místností, z nichž jedna je vstup. V místnostech 1.03 až 1.07 jsou umístěny vrhačky asfaltových terčů. Místnosti 1.02 a 1.08 jsou navrženy pro skladování terčů a náradí k vrhačkám. Vrhačky jsou uchyceny ke konstrukci okopu tak, aby uchycení zajišťovalo stabilitu a odolnost. Ve výkresu číslo 1 a 2 je znázorněno umístění všech 15 vrhaček a jejich označení na venkovní straně stropní konstrukce. Světlá výška okopu je shodná s půdorysnou šířkou místností a to 2,25 m.

Základová konstrukce je tvořena základovými pasy pod stěnami. Pasy jsou rozměrů  $400 \times 400$  mm a jsou z prostého betonu C 20/25. Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny ze ztraceného bednění DEK 25, vyplněného prostým



betonem C 20/25 s výztuží B500B. Stropy jsou tvořeny železobetonovou deskou tloušťky 150 mm z betonu C 30/37 a výztuže B500B. Podlaha je tvořena venkovní epoxidovou hmotou weberpox QS, která je vytažena 50 mm na sokl stěn. Pod touto vrstvou je betonová nášlapná vrstva tloušťky 70 mm z prostého betonu. Tato vrstva je na penetraci s asfaltovým hydroizolačním pásem Elastodek 40 Special Mineral, který je navařený na podkladní beton tloušťky 80 mm s KARI sítí. Schodiště okopu je tvořeno prefabrikovanými betonovými stupni o rozměrech  $800 \times 260 \times 184,62$  mm usazenými do betonové vrstvy na zemině. Schodiště je tvořeno 13 stupni a je ve sklonu  $35^\circ$ .

Vzhledem k tomu, že je obvodová stěna ve většině místech přilehlá k zemině, je tvořena nopovou folií NOPPEX  $500\text{g/m}^2$  s nopy výšky 10 mm. Tato folie je zde jako ochrana extrudovaného polystyrenu Synthos XPS Prime tloušťky 20 mm a hydroizolace Elastodek 40 Special Mineral tloušťky 4 mm. Tam, kde není venkovní stěna přilehlá k zemině, je nanesena venkovní silikátová omítka Cemix zelené barvy. Vnitřní omítka bude stejná jako ta vnější, vzhledem k tomu, že bude okop po většinu času otevřen. Na hranách stropní desky je konstruován okapní plech, který příkryvá hydroizolaci tvořenou bitumenem Weber.tec 915. U základů je po obvodu vedena drenážní trubka z PVC DN 50 zasypaná v jemném štěrku frakce C8/16. Po celém obvodu na styku se zeminou je 300 mm pás kačírku frakce C8/16, který je oddělen od zeminy separační vrstvou geotextilie.

Otvory pro vrhačky jsou o rozměrech  $2250 \times 1000$  mm a po střelbách se budou zavírat plechem v ocelovém rámu a budou zabezpečeny proti vniknutí cizích osob. Otvory jsou umístěné tak, aby terče mohly vylézt v daných úhlech a dodržely se pravidla a limity pro tyto terče. Před okopem bude upraven terén a snížen o 1250 mm, aby umožnil průlet terčů do dopadové zóny, viz výkres číslo 5.

### 5.1.3.1 Schodiště okopu

<b>Konstrukční výška:</b>	2400 mm
<b>Šířka schodišťového ramene:</b>	800 mm
<b>Vzorec pro výpočet:</b>	$2h + b = 630$ mm

**Počet stupňů:**

$$2400 / 165 = 14,55 \rightarrow \text{zvoleno } \mathbf{13 \text{ stupňů}}$$

**Výška stupně:**

$$2400 / 13 = \mathbf{184,62 \text{ mm}}$$

**Šířka stupně:**

$$b = 630 - 2 \cdot 184,62 = 260,76 \text{ mm} \rightarrow \text{zvolena } \mathbf{260 \text{ mm}}$$

**Sklon ramene:**

$$\text{tg} \alpha = 184,62/260 \rightarrow \alpha = \mathbf{35^\circ}$$

Podchodná ani průchodná výška se nemusí měřit vzhledem k tomu, že je toto schodiště venkovní.

Jednotlivé stupně budou tvořeny prefabrikovanými betonovými bloky, které budou uloženy do betonového lože tloušťky 30 mm.

**5.1.3.2 Základy okopu****Základový pas pod stěnou okopu (ztracené bednění tloušťky 250 mm)**

Zatížení od bloku	Počet bloků	$g_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Zatěžovací šířka [m <sup>2</sup> ]	$G_d$ [kN]
Střecha	1	5,20	1,125	5,84
Střecha - sníh	1	1,05	1,125	1,18
Střecha + podlaha - užité	2	3,00	1,125	6,75
Podlaha	1	4,41	1,125	4,96
Obvodová stěna - 1 bm	1	-	-	10,93
<b>Zatížení celkem na pas</b>		$\Sigma$		<b>29,67</b>

**Tabulka 17:** Zatížení na základový pas okopu [Autor]

**Základový pas**

$$0,1 \cdot 29,67 = 2,967 \text{ kN}$$

$$Y = 29,67 + 2,967 = 32,64 \text{ kN}$$

**Plocha základu:**

Daná únosnost zeminy:  $R = 275 \text{ kN/m}^2$

$$A = \frac{Y}{R} = \frac{32,64}{275} = 0,12 \text{ m}^2$$

**Návrh rozměrů pasu:**

Šířka a výška pasu:  $0,4 \times 0,4 \text{ m}$

Tíha pasu:  $P = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 1) \cdot 21 \cdot 1,35 = 4,54 \text{ kN}$

Reálné celkové zatížení:  $F = \frac{P+Y}{0,4 \cdot 0,4} = \frac{4,54+32,64}{0,16} = 232,38 \text{ kN/m}^2$

$$F \leq R$$

$$232,38 \leq 275 [\text{kN/m}^2] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

## 5.2 Střelnice pro disciplínu SKEET

V této části bude rozebráno řešení venkovní střelnice pro disciplínu SKEET. Budou vyřešeny požadavky, které musí být splněny a budou navržena možná řešení této střelnice.

### 5.2.1 Technická ustanovení pro střeliště SKEET

Většina pravidel byla popsána v kapitole 3.3.4.3. Pro nás je nejdůležitější, aby konstrukce věží a stanovišť odpovídaly těmto ustanovením. Aby byly terče vržené ze správné výšky, nebo aby výškový rozdíl všech osmi stanovišť byl s maximální odchylkou  $\pm 0,05 \text{ m}$ .

#### 5.2.1.1 Limity pro terče

Terče vržené z vysoké věže musí věž opustit v bodě  $0,9 \pm 0,05 \text{ m}$  za bodem označujícím stanoviště 1 a  $3,05 \pm 0,05 \text{ m}$  nad úrovní stanoviště 1. Terče vržené z nízké věže musí opouštět věž v bodě  $0,9 \pm 0,05 \text{ m}$  za bodem označujícím stanoviště 7 (posunutém  $0,75 \pm 0,05 \text{ m}$  za tětivu) a  $0,9 \pm 0,05 \text{ m}$  nad úrovní stanoviště 7. Správně vypuštěné terče musí prolétnout kruhem o průměru  $0,9 \text{ m}$

– 0,95 m umístěném  $4,6 \pm 0,05$  m nad středem kružnice. Jak již bylo popsáno v kapitole 3.3.4.4, terče musí za bezvětří doletět do vzdálenosti  $68 \pm 1$  m, měřeno od čelní stěny daných věží za stanovištěm 1 a 7. [7]

Tyto parametry budou zohledněny při návržení konstrukce věží v následující části práce.

### 5.2.2 Konstrukce stanoviště

Dle pravidel ISSF (International Shooting Sport Federation) je rozměr stanoviště  $0,9 \times 0,9$  m. Označení stanoviště bude stejné jako u stanoviště pro TRAP, tedy jasně viditelnou bílou barvou na betonu. Rozmístění jednotlivých stanovišť je znázorněno ve výkresu číslo 5. Konstrukce všech stanovišť bude z betonu a všechny pochozí cesty, kromě stanovišť, budou natřeny zelenou barvou na beton BETONEX 2v1. Beton bude tloušťky minimálně 100 mm a bude po částech oddilátován. Přejít mezi betonem a zemí bude, jak již bylo řečeno, oddělen separační vrstvou netkané geotextilie.

### 5.2.3 Konstrukce věží

Půdorysy obou věží jsou stejné, a to  $2,5 \times 2,5$  m. Vysoká věž je navržena jako dvoupodlažní a nízká jako jednopodlažní. U vysoké věže v místnosti V.01 je sklad terčů a zařízení pro vrhačky. V druhém podlaží V.02 je pak samotná vrhačka. Vrhačky jsou pevně přimontovány ke zdem věží tak, aby nedošlo k jejich uvolnění při vrhání terčů. Ve výkresu číslo 3 a 4 je znázorněno umístění těchto vrhaček. Světelná výška věží je 2,25 m. Výška vysoké věže je 5,3 m a nízké 2,9 m.

Základovou konstrukci tvoří základové pasy. Pasy mají rozměry  $500 \times 500$  mm a jsou tvořeny z prostého betonu C 20/25. Svislé konstrukce jsou tvořeny z broušeného cihelného bloku Porotherm 25 SK+ Profi na tenkou maltu. Stropy a střechu tvoří železobetonová křížem pnutá deska tloušťky 150 mm z betonu C 30/37 a výztuže B500B. Střecha je tvořena hydroizolační folií DEKPLAN 76, separační vrstvou FILTEK 300 a spádovými klíny Styrotrade styro EPS 100. Tyto klíny slouží jen jako spádová vrstva, nikoliv jako tepelná izolace. Dále je

střecha tvořena parozábranou Glastek 40 Special Mineral a penetračním asfaltovým lakem PENETRAL ALP. Podlahy jsou tvořeny venkovní epoxidovou hmotou weberpox QS. Ta je stejně jako v okopu vytažena 50 mm na sokl stěn. Podlaha je dále tvořena z nášlapné vrstvy tloušťky 70 mm z betonu C 20/25. Pod touto vrstvou je natavený asfaltový hydroizolační pás Elastodek 40 Special Mineral na podkladní beton tloušťky 80 mm s KARI sítí, oka 100 × 100 mm. Do druhého podlaží vysoké věže jde prefabrikované ocelové schodiště s rozměry 900 × 285 × 171,43 mm. Schodiště tvoří 14 stupňů ve sklonu 31°. Schodiště bude při nástupu upevněno do betonového bloku výšky 250 mm pomocí závitových tyčí a matek a ke stropu bude připevněno pomocí šroubů přes ocelový pravoúhlý profil. Zábradlí bude tvořeno tenkostěnnými trubkami průměru 60,3 × 2,9 mm.

Stěna u základů a ta, která je přilehlá k zemině je obalena nopovou folií NOPPEX 500 g/m<sup>2</sup> s nopy výšky 10 mm, extrudovaným polystyrenem Synthos XPS Prime tloušťky 20 mm a hydroizolací Elastodek 40 Special Mineral tloušťky 4 mm. Venkovní povrchy tvoří fasádní silikátová omítka CEMIX v bílé a v odstínech zelené barvy (viz výkres č. 3). Oplechování atiky je tvořeno pozinkovaným plechem tloušťky 0,5 mm. Vnitřní povrch bude tvořena také silikátovou omítkou CEMIX v bílé barvě. Po celém obvodu na styku se zeminou je 300 mm pás kačírku frakce C8/16, který je oddělen od zeminy separační vrstvou geotextilie.

Otvory pro vrhačky jsou o rozměrech 500 x 300 mm a tyto otvory budou zvenku osazeny plechem, který bude tvořit ochranný rám. Tyto otvory budou celoročně otevřeny. Otvory jsou umístěné tak, aby terče mohly vyletět v daných úhlech a dodržely se pravidla a limity pro tyto terče, viz výkres číslo 5. Vedle otvorů pro terče jsou umístěny výstražná světla, která upozorňují na výlet terčů. U vysoké věže je umístěno ve výšce 2,5 m a u nízké 1,8 m, viz výkres číslo 3.

### 5.2.3.1 Schodiště věží

**Konstrukční výška:** 2400 mm

**Šířka schodišťového ramene:** 900 mm

**Vzorec pro výpočet:**  $2h + b = 630 \text{ mm}$

**Počet stupňů:**

$2400 / 165 = 14,55 \rightarrow$  zvoleno **14 stupňů**

**Výška stupně:**

$2400 / 14 = 171,43 \text{ mm}$

**Šířka stupně:**

$b = 630 - 2 \cdot 171,43 = 287,14 \text{ mm} \rightarrow$  zvolena **285 mm**

**Sklon ramene:**

$\text{tga} = 171,43/285 \rightarrow \alpha = 30^\circ$

Podchodná ani průchodná výška se nemusí měřit vzhledem k tomu, že je toto schodiště venkovní.

Jednotlivé stupně budou tvořeny prefabrikovanými pozinkovanými rošty, které budou ukotveny do ocelové schodnice pomocí šroubů a matek.

### 5.2.3.2 Základy věží

**Základový pas pod stěnou vysoké věže (broušený cihelný blok Porotherm 25 SK+ Profi tloušťky 250 mm)**

Zatížení od bloku	Počet bloků	$g_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Zatěžovací šířka [m <sup>2</sup> ]	$G_d$ [kN]
Střecha	1	5,38	1	5,38
Střecha - sníh	1	1,05	1	1,05
Střecha - užitné	1	1,13	1	1,13
Strop + podlaha - užitné	2	3,00	1	6,00
Strop	1	5,30	1	5,30
Podlaha	1	4,41	1	4,41
Obvodová stěna - 1 bm	2	-	-	13,37
<b>Zatížení celkem na pas</b>		$\Sigma$		<b>36,63</b>

**Tabulka 18:** Zatížení na základový pas věží [Autor]

### Základový pas

$$0,1 \cdot 36,63 = 3,663 \text{ kN}$$

$$Y = 36,63 + 3,663 = 40,29 \text{ kN}$$

### Plocha základu:

Daná únosnost zeminy:  $R = 275 \text{ kN/m}^2$

$$A = \frac{Y}{R} = \frac{40,29}{275} = 0,15 \text{ m}^2$$

### Návrh rozměrů pasu:

Šířka a výška pasu:  $0,5 \times 0,5 \text{ m}$

Tíha pasu:  $P = (0,5 \cdot 0,5 \cdot 1) \cdot 21 \cdot 1,35 = 7,09 \text{ kN}$

Reálné celkové zatížení:  $F = \frac{P+Y}{0,5 \cdot 0,5} = \frac{7,09+40,29}{0,25} = 189,52 \text{ kN/m}^2$

$$F \leq R$$

$$189,52 \leq 275 \text{ [kN/m}^2\text{]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

## 5.3 Akustika venkovní střelnice

V této kapitole bude rozebrána problematika akustiky ve vnějších prostorech. Bude popsáno šíření zvuku v exteriéru, metodický návrh měření a následně bude vytvořen model venkovní střelnice a posouzen z hlediska akustického zatížení. Většina termínů byla popsána v kapitole 4.5.1 a zde bude jen doplněna o nejn nutnější prvky.

### 5.3.1 Základní terminologie

**Huygensův princip** – každý bod vlnoplochy, do kterého dospělo v určitém okamžiku postupné vlnění v izotropním prostředí, můžeme pokládat za bodový zdroj elementárního vlnění. To se z něj dále šíří v elementárních vlnoplochách. Vlnoplocha postupného vlnění je plocha, jejíž body kmitají se stejnou fází, neboli plocha, na níž leží body, které dospěly ze zdroje za stejnou dobu. Vlnoplocha v

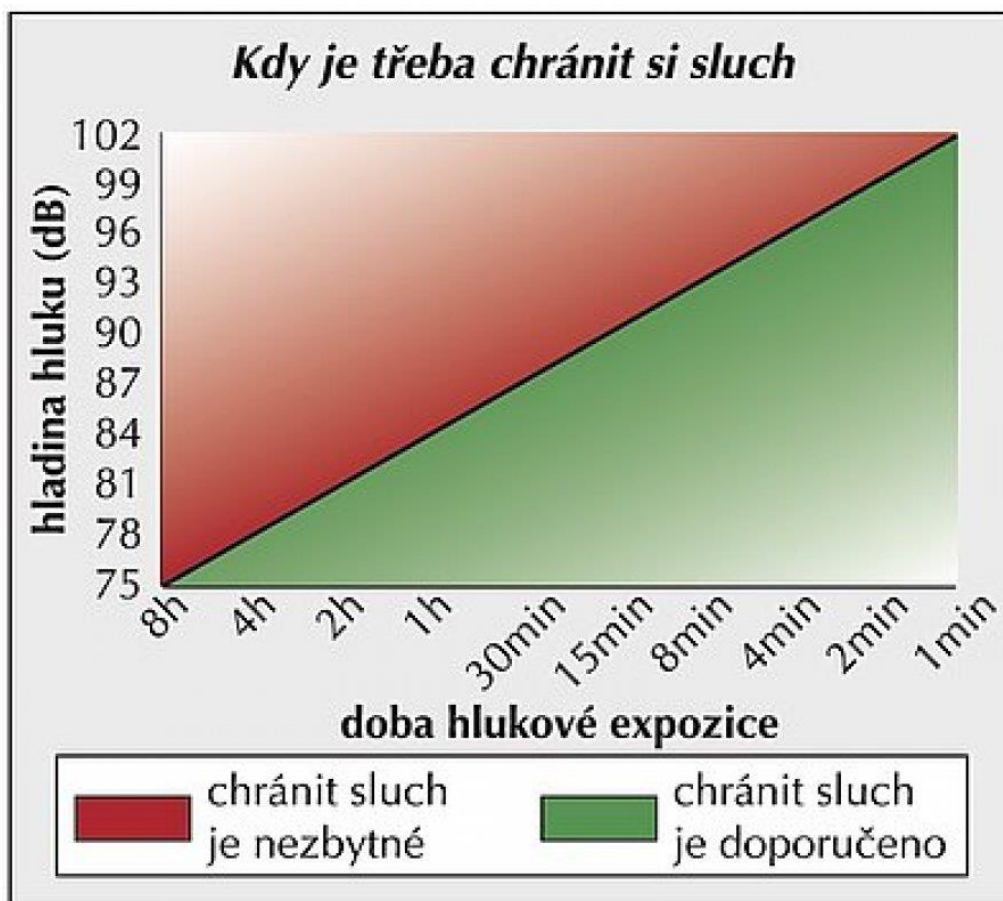
dalším časovém okamžiku je „obálka“ všech elementárních vlnoploch ve směru šíření vlnění. [25]

**Impulsní hluk** – nárazový zvuk je charakterizován velmi krátkým intervalem (kratší než 1 sekunda) s velice prudkým náběhem intenzity, jejíž hladina je nejméně o 20 dB vyšší než běžná hladina hluku okolí. Interval zvukového impulsu je běžně kratší než 0,2 sekundy. Ovšem nárůst intenzity je velice rychlý mezi 0,004–0,015 sekundy. [26][27]

**Biologické účinky** – rozhodujícím faktorem pro účinek zvuku na člověka je fakt, jakým způsobem je akustická informace zpracována. Biologicky účinnější jsou zvuky silnější, přerušované, s tónovými složkami, s impulzy nebo rázy, než zvuky tiché a ustálené. Z hlediska intenzity lze říct, že hluky nad 30 dB jsou nebezpečím pro nervový systém a psychiku. Nad 60 dB je ohrožen vegetativní systém, nad 90 dB sluchový orgán a nad 120 dB mohou být poškozeny buňky a tkáně. [27]

**Hladina expozice zvuku** – je dána v dB a vyjadřuje celkovou energii akustické události. Hladina expozice zvuku je používána především v případech, kdy je akustická situace vytvářena jednotlivými akustickými událostmi jako např. průjezdy vlaků, průlety letadlem nebo v našem případě střelba nebo exploze. Pokud je člověk vystaven působení hluku v konkrétní hladině a při odpovídajícím čase a průnik obou hodnot leží v červeně označené oblasti, musí se chránit ochrannými prostředky (viz obr. 34). [26][28]

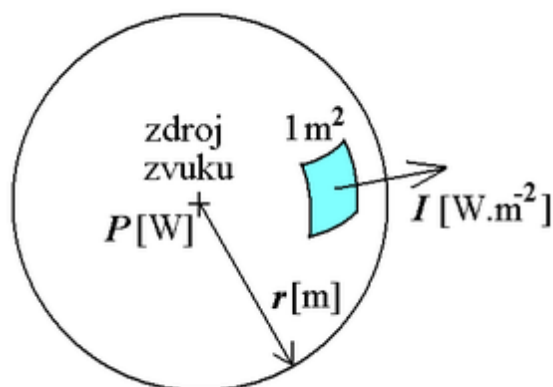




Obrázek 34: Ochrana sluchu [26]

### 5.3.2 Šíření zvuku ve volném prostoru

Pokud se nejedná o plošný zdroj zvuku, tak se při šíření zvuku ve volném prostoru akustický výkon  $P$  [W] s rostoucí vzdáleností  $r$  [m] od zdroje rozprostírá stále na větší plochu  $S$  [m<sup>2</sup>]. Tím se snižuje intenzita  $I$  [W·m<sup>-2</sup>]. Od bodového zdroje se zvuk šíří v kulových vlnoplochách, kde  $S = 4\pi r^2$ . Odvození vztahu (8) spočívá ve vynásobení obou stran příslušné rovnice číslem  $10^{12}$ , v jejím logaritmování a vynásobení deseti. Dále se využije skutečnosti, že referenční akustická intenzita a referenční akustický výkon mají stejnou hodnotu  $10^{-12}$  [W·m<sup>-2</sup> resp. W] viz odstavec 4.5.1 a rovnice (1). [20]



**Obrázek 35:** Šíření zvuku od bodového zdroje [20]

Obrázek a řešená problematika je vysvětlena v následujících vztazích:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$\frac{I}{10^{-12}} = \frac{P}{10^{-12}} \cdot \frac{1}{4\pi r^2}$$

$$10\log \frac{I}{I_0} = 10\log \frac{P}{P_0} + 10\log \frac{1}{4\pi r^2}$$

Ze vztahu (1) dostaneme výsledný vzorec pro hladinu akustické intenzity zvuku ve vzdálenosti  $r$  od bodového zdroje.

$$L_I = L_P + 10\log \frac{1}{4\pi r^2} = L_P - 20\log(r) - 10\log 4\pi$$

kde  $L_P$  je hladina akustického výkonu bodového zdroje a  $10\log 4\pi \approx 11$  dB.

Jelikož hodnotu  $L_P$  nelze přímo měřit, vyloučíme ji tedy z (10). Změříme hladinu akustické intenzity zvuku  $L_I(r_0)$  ve vzdálenosti  $r_0$  od zdroje a na jejím základě vyjádříme  $L_P$ . Zpětným dosazením do (15)  $L_P$  vyloučíme, čímž získáme:

$$L_I(r) = L_I(r_0) - 20\log\left(\frac{r}{r_0}\right) \quad (19)$$

kde  $r$  a  $r_0$  musí být ve stejných jednotkách. [21]

### 5.3.3 Měření a hodnocení impulsního hluku střelby

Modelové měření vyžaduje součinnost provozovatele střelnice. Posuzovat je nutno vždy každou kombinaci zbraň/munice/střelecké stanoviště, a to vždy samostatně pro každé zvolené umístění mikrofону reprezentující chráněný prostor.

1. Každá posuzovaná zbraň/munice se měří samostatně.
2. Střelec střílí jednotlivé rány v pravidelných intervalech (např. 10 - 15 s) na pokyn řídicího měření tak, aby bylo možné naměřené hodnoty rozlišit a zaznamenat.
3. Doporučuje se zajistit měření i na referenčním místě 10 m od ústí hlavně, v rovině ústí hlavně ve výšce ústí nebo v ose střelby s mikrofonem na zemi na definované odrazivé desce (korekce - 6 dB).
4. Měření jednotlivých výstřelů probíhá současně na všech místech měření včetně referenčního. Pro každou danou kombinaci zbraň/munice se zaznamenává pořadové číslo výstřelu a naměřené hodnoty. Neplatné hodnoty se z měření vylučují.
5. Měří se hodnota hladiny expozice zvuku  $L_{AE}$  [dB] na dynamické charakteristice FAST jednotlivého výstřelu. Určující ukazatelé hluku se vyjadřují jako hladiny akustického tlaku v decibelech při použití dynamické charakteristiky Fast (Rychle), v případě vysoce impulsního hluku i dynamické charakteristiky Impuls a Slow (Pomalů).
6. Pokud během měření byla měřená hodnota ovlivněna hlukem nesouvisejícím s vlastním výstřelem, naměřená hodnota není platná a z naměřených hodnot se vylučuje.
7. Při měření by měl být počet platných náměrů  $n$  vždy větší než 10. Doporučuje se počet 20 až 30 platných náměrů.
8. Vyloučí se akustické události, které nejsou identifikovány jako impuls, resp. nesouvisí s měřeným zdrojem hluku.
9. Provedou se všechny požadované korekce (zbytkový hluk, odraz apod.).
10. Vypočte se střední hodnota  $L_{AE}(1)$  jednoho výstřelu statistickým vyhodnocením souboru  $L \equiv \{L_{AE,i}\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , kde  $L_{AE,i}$  je hladina zvukové expozice  $i$ -tého odečtu. Při zpracování je u odlehlých hodnot třeba

posoudit jejich ovlivnění hlukem nesouvisejícím s vlastním výstřelem a poté rozhodnout o jejich ponechání nebo vyřazení ze souboru.

11. Vypočte se rozšířená nejistota ze souboru platných náměrů pro danou kombinaci zbraň/munice.
12. Zjistí se požadovaný resp. očekávaný počet výstřelů  $N$  z dané zbraně při běžném nebo typickém provozu za 8h v denní době resp. 1h v noční době.
13. Vypočte se střední celková  $L_{AE}$  pro uvedený počet výstřelů z dané zbraně:

$$L_{AE} = L_{AE}(1) + 10\log N [dB] \quad (20)$$

14. Tato hodnota se přepočte na hodnotu  $L_{Aeq,T}$  pro 8h ( $T = 28\,800$  s), resp. 1h ( $T = 3600$  s). Hodnota  $L_{Aeq,T}$  představuje příspěvek hluku střelb k celkovému hluku v daném místě:

$$L_{Aeq,T} = L_{AE} + 10\log\left(\frac{T}{T_0}\right) [dB] \quad (21)$$

kde  $T_0 = 1$ s.

15. Stanoví se výsledná hodnota  $L_{Aeq,8h}$  respektive  $L_{Aeq,1h}$  [dB] [23]

Pak tedy referenční časový interval pro denní dobu je  $T = 8h = 28\,800$  s a hodnotu  $L_{AE}(1)$  známe z měření. Dostáváme pak rovnici:

$$L_{Aeq,8h} = L_{AE}(1) + 10\log(N) - 44,6 [dB] \quad (22)$$

Pokud za  $L_{Aeq,8h}$  dosadíme hodnotu hygienického limitu, vypočteme z následující rovnice hodnotu  $N_{max}$ :

$$50 = L_{AE}(1) + 10\log(N_{max}) - 44,6 [dB] \quad (23)$$

Je třeba mít na paměti, že takto stanovená hodnota  $N_{max}$  je pouze odhadem maximálního počtu událostí, která může sloužit jako užitečný nástroj při řešení protihlukových opatření. [28]

### 5.3.4 Akustické posouzení venkovní střelnice

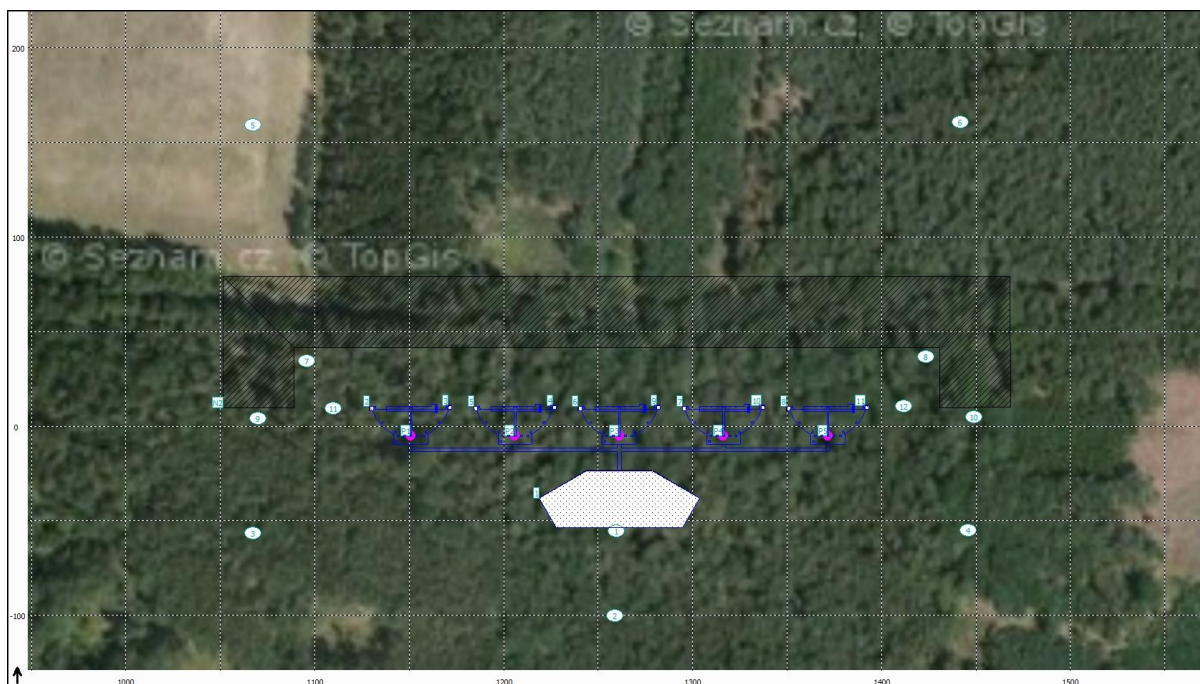
V této kapitole bude pomocí programu HLUK + [29] znázorněna hluková situace navrhované venkovní střelnice. Díky tomuto programu budou znázorněny grafické výsledky ve formě izofon.

V tomto programu byla vymodelována celá situace a zakreslena do mapy. Nejprve byla vymodelována budova pro zázemí střelnice o rozměrech  $67 \times 30$  m vysoká 9,7 m, před kterou jsou umístěny kombinované střeliště. V nich se nachází vysoké a nízké věže o rozměrech  $2 \times 2$  m a výškách 5,3 respektive 2,9 m, které byly také vymodelovány. Jako ochranný val byla vymodelována bariéra o výšce 15 m, délce 379 m a šířce 38 m. Poté byly umístěny bodové zdroje zvuku, které simulují stojícího střelce, tedy přibližně ve výšce 1,8 m. Umístění je vždy na stanovišti č. 4 skeetové střelnice, které je přibližně 20 m před fasádou. Body zdrojů jsou zadávány jako průmyslové zdroje, jejichž hladina akustické intenzity je stanovena na 130 dB. Jedná se o nezměřenou hladinu akustické intenzity, která byla takto stanovena a simuluje hladinu intenzity vzniklou při výstřelu z brokové zbraně. Dále bylo do situace umístěno 12 bodů, ve kterých je určena hodnota hladiny expozice zvuku. Následně byl proveden výpočet izofon a pásem, které znázorňují hladinu expozice zvuku. Izofony jsou spojnice bodů se stejnou hodnotou hluku v požadované výšce. V našem případě byla výška izofon stanovena na 1,8 m, 5 m, 10m a 20m.

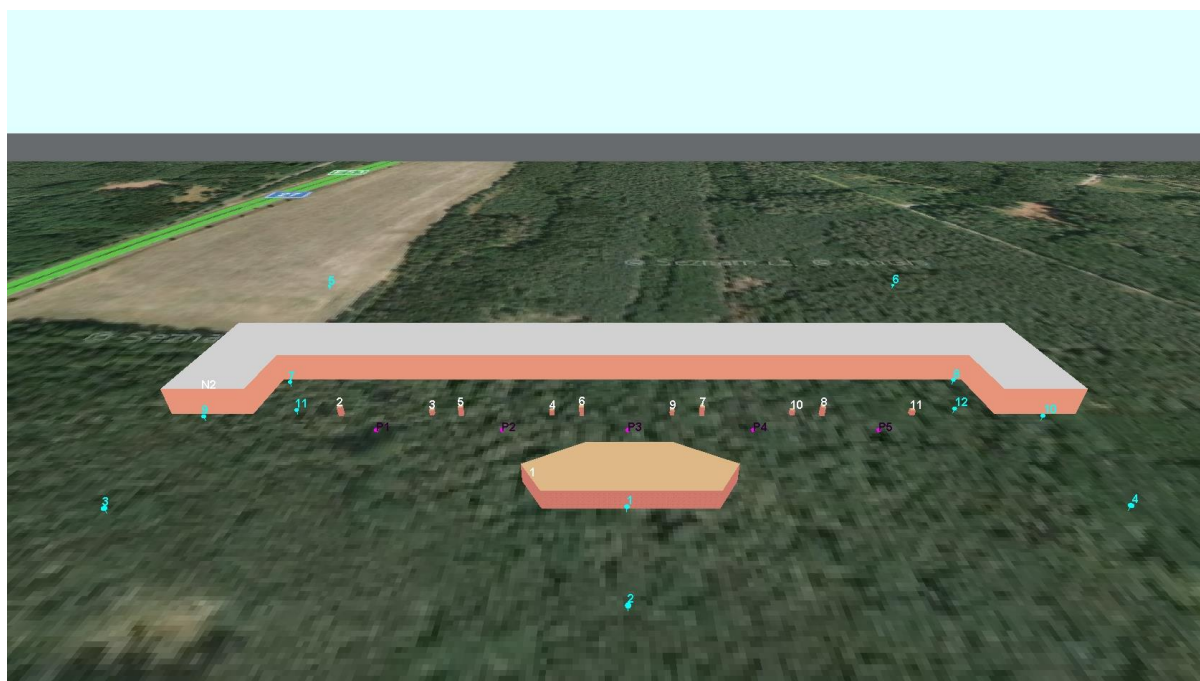
#### 5.3.4.1 Porovnání výsledků

Bude provedeno porovnání výsledků ručním výpočtem a s výpočtem v programu HLUK +. Porovnání bude provedeno před nejbližší fasádou za prostředním třetím střelištěm.

Zadání:



Obrázek 36: 2D zadání pro výpočet hlukové situace [29]



Obrázek 37: 3D zadání pro výpočet hlukové situace [29]

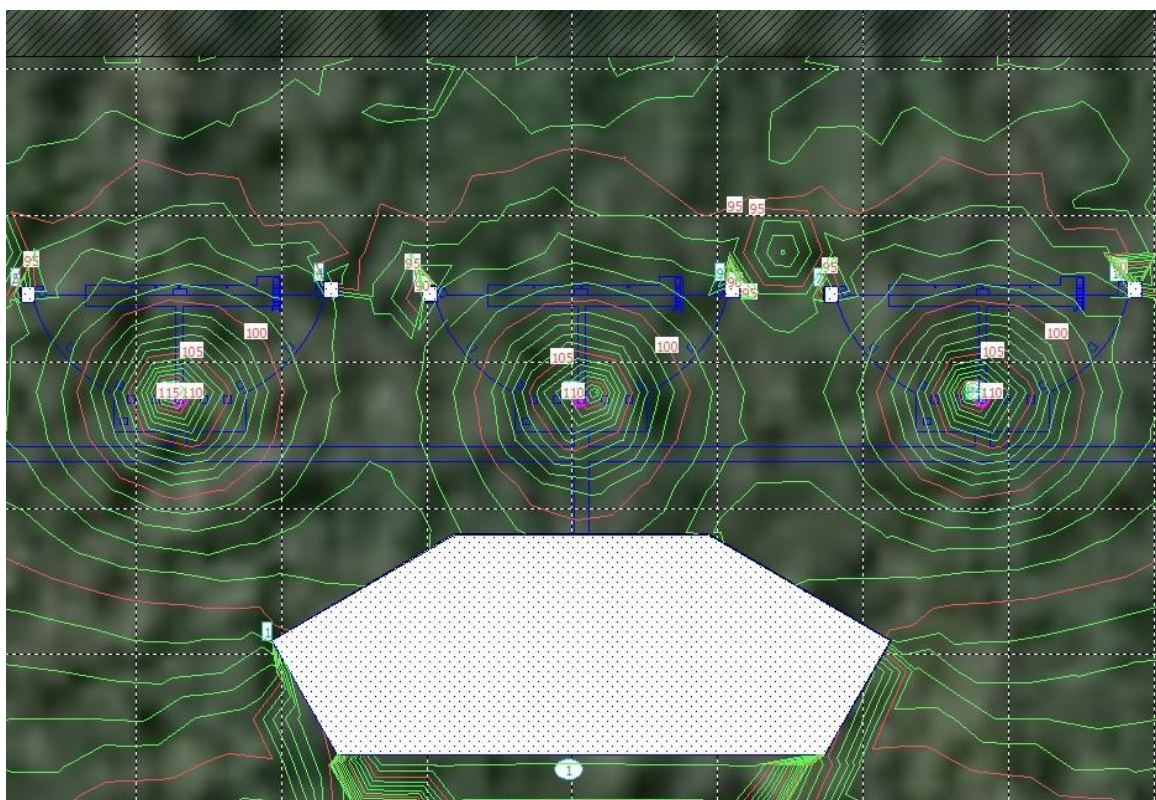
Pro ruční výpočet bude použit vzorec (19) z kapitoly 5.3.2

$$L_I(r) = L_I(r_0) - 20 \log\left(\frac{r}{r_0}\right)$$

kde za  $L_I(r_0)$  bude dosazena hladina akustické intenzity rovna 130 dB. Vzdálenost měření  $r_0$  byla zvolena 1 m od ústí hlavně a vzdálenost zdroje  $r$  je 18 m od fasády budovy.

$$L_I(r) = 130 - 20 \log\left(\frac{18}{1}\right) = \mathbf{104,89 \text{ dB}}$$

Vyhodnocení výpočtu v programu HLUK+:



**Obrázek 38:** Izofony kolem budovy a střelišť ve výšce 1,8m [29]

Na obrázku můžeme odhadnout hladinu hluku izofon na necelých 100 dB. V našem případě je ručním výpočtem stanoveno necelých 105 dB. Můžeme tedy konstatovat, že ruční výpočet je celkem přesný. Výsledek ručního výpočtu je jen orientační, protože by bylo třeba započítat i činitele ovlivňující celkovou expozici. Ty by bylo nutné změřit přímo na místě a stanovit tak celkovou akustickou expozici.

Při pohledu na ostatní výsledky z programu HLUK+ je dobře vidět, jak hladina akustické intenzity klesá s rostoucí vzdáleností. Vše je zde znázorněno izofonami a k nim příslušnými pásmy.



## 6 Závěr

Diplomová práce se zabývá stavebním a stavebně fyzikálním řešením sportovní střelnice, která by se měla vybudovat jižně od Plzně na pozemku Vysoká u Dobřan.

Práce se zaměřuje na dvě střelnice, které se zde budou nacházet. První typ střelnice je střelnice vnitřní, veřejná, s pevnou délkou střelby 10 m, která se nachází v budově pro zázemí. Druhá střelnice je veřejná, komerční a nachází se před budovou. Bude se zde střílet brokovými puškami na terče s proměnlivou délkou střelby, v našem případě je maximální dolet terčů 76 m.

V první části bylo popsáno, co všechno obnáší navrhování střelnic. Byly popsány požadavky na provozování střelnic, jako je bezpečnost, hygiena prostředí, požární bezpečnost nebo ekologie. Následně byly popsány prvky vnitřních a venkovních střelnic, ochranná zařízení a byly stanoveny ohrožené prostory. Tyto prostory budou označeny a bude zamezeno přístupu neoprávněných osob. Během střelby bude vstup do těchto prostor přísně zakázán.

Vzhledem k vysoké hladině hluku bude u vnitřní střelnice povinnost nosit chrániče sluchu v celé místnosti. Ve venkovních prostorech bude, s ohledem na hlukovou situaci, povinnost nosit chrániče sluchu ve všech prostorech vzdálených přibližně 150 m od budovy, kde je hladina hluku rovna. Tyto prostory budou také označeny a po celém areálu bude přístup ke špuntovým chráničům sluchu.

V další části práce bylo přistoupeno k vlastnímu řešení obou střelnic. Tato část byla rozdělena na řešení vnitřní respektive vnější střelnice.

### **Vnitřní střelnice**

V této části byly porovnány tři typy svislých konstrukcí z hlediska tepelné techniky. V porovnání vyšel nejlépe cihelný blok HELUZ AKU 30/33,3 P20, který měl v konstrukci nejnižší součinitel prostupu tepla. Vzhledem k celkovému konstrukčnímu řešení byla vybrána cihla Porotherm 30 AKU SYM. Rozdíl v tepelném posouzení konstrukcí s těmito cihlami byl nepatrný. Z pohledu

tepelné techniky je nejméně výhodná konstrukce se ztraceným bedněním DEK 30, která nesplnila doporučené požadavky na prostup tepla. Vodorovné konstrukce byly posouzeny také na tepelnou techniku. U podlahové konstrukce nejlépe vyšla kombinace tepelné izolace Styrodur 5000 CS tloušťky 120 mm a kročejové izolace Isover EPS RIGIFLOOR 5000 tloušťky 50 mm. Stropní konstrukce je pro sklady a střelnici stejná a požadavky na tepelnou techniku také splnila. Pro akustiku vnitřní střelnice byla popsána základní teorie, která tento problém provází. Byl také popsán postup měření a stanoveny akustické požadavky pro vnitřní prostory. Pro vnitřní střelnici byl použit pryžový ochranný a akustický obklad na stěny i strop, který bude pohlcovat největší množství hluku a zároveň střel. Následně byla vypočítána hladina akustického tlaku v několika místech od zdroje hluku. Vypočtena byla také doba dozvuku, která u vnitřních střelnic nesmí přesáhnout 0,6 s. Tento požadavek bude při použití akustických pryžových desek splněn. Následně byly posouzeny všechny konstrukce vnitřní střelnice z hlediska vzduchové neprůzvučnosti. U stropní konstrukce byla posouzena i kročejová neprůzvučnost. Všechny konstrukce vyhověly požadavkům na dané neprůzvučnosti.

### **Venkovní střelnice**

V této části byly dopodrobna rozebrány požadavky, technická ustanovení a limity pro obě brokové disciplíny, které se budou na střelnici provozovat. U střelnice pro TRAP byla navržena konstrukce okopu pro vrhačky. Na svislé konstrukce bude použito ztracené bednění DEK 25 s výplňovým betonem a konstrukční ocelí. Toto řešení je zvoleno proto, že se okop nachází v zemi a tato konstrukce s ocelovými pruty dokáže lépe odolat zemním tlakům než samotné cihly. Strop bude tvořen železobetonovou deskou tloušťky 150 mm s betonovým nátěrem na venkovním povrchu a podlaha bude betonová celkové tloušťky 150 mm. Dále byly stanoveny úhly a dolety terčů, které byly zakresleny do výkresové dokumentace. Pro okop bylo spočítáno a navrženo betonové schodiště. Pro disciplínu SKEET byla navržena stavební konstrukce věží. Ta bude tvořena z broušeného cihelného bloku Porotherm 25 SK+ Profi, stropy tloušťky 150 mm a podlaha tloušťky 150 mm. Střechu bude tvořit povlaková hydroizolace tvořená

folií DEKPLAN 76, separační vrstvou FILTEK 300 a spádovými klíny Styrotrade styro EPS 100. Pro akustiku venkovní střelnice byla popsána základní terminologie pro vnější prostředí, byl stanoven postup měření a následně byla tato střelnice posouzena z akustického hlediska pomocí programu HLUK+. Výsledky byly následně porovnány s ručním výpočtem.

Téma navrhování střelnic je velice komplexní záležitostí. Každá střelnice je v něčem specifická, a tudíž jsou na ni kladeny jiné nároky. Záleží na mnoha aspektech, které musí být dodrženy nebo splněny. Optimálních řešení tedy může být mnoho, avšak někdy je těžké přijít i na to jediné.

Tato práce byla vypracována s pomocí platných norem a znalostí, které byly k dispozici. Věřím, že může být přínosem k mému budoucímu působení v profesním životě, kde bych se chtěl touto problematikou zabývat.

## **Seznam příloh**

**Příloha č. 1** – Tepelně technické posouzení v programu Teplo 2017

**Příloha č. 2** – Akustické posouzení v programu Neprůzvučnost 2010

**Příloha č. 3** – Akustické posouzení v programu HLUK+

**Příloha č. 4** – Výkresová část

## Seznam zdrojů

- [1] MAPY.CZ. *Mapy.cz* [online]. [cit. 1.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://mapy.cz/>
- [2] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ. *ČÚZK Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. [cit. 1.12.2020]. Dostupný na WWW: <http://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/>
- [3] Vyhláška č. 398/2009 Sb. - Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb
- [4] Nařízení vlády č. 217/2017 Sb. – o požadavcích na zabezpečení zbraní, střeliva, černého loveckého prachu, bezdýmného prachu a zápalek a o muničním skladišti
- [5] Česká technická norma - ČSN 39 5401 - Civilní střelné zbraně a střelivo – Střelnice pro ruční palné a plynové zbraně
- [6] GELPO. Protiodrazové, protihlukové desky s rastrem [online]. [cit. 6.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.gelpo.cz/protiodrazove-desky-s-rastrem>
- [7] ISSF. Rules and regulations [online]. [cit. 6.12.2020]. Dostupný na WWW: [https://www.issf-sports.org/theissf/rules\\_and\\_regulations.ashx](https://www.issf-sports.org/theissf/rules_and_regulations.ashx)
- [8] SIUS AG. LS10 LASERSCORE [online]. Dostupný na WWW: <https://sius.com/product/ls10-laserscore/>
- [9] RIKA. RIKA World Champion transport target system [online]. Dostupný na WWW: <https://www.euroshooting.eu/en/index.php?detail=RIKA>
- [10] TRAP. Trap shooting [online]. [cit. 12.12.2020]. Dostupný na WWW: [https://en.wikipedia.org/wiki/Trap\\_shooting](https://en.wikipedia.org/wiki/Trap_shooting)
- [11] SKEET. Skeet shooting [online]. [cit. 12.12.2020]. Dostupný na WWW: [https://en.wikipedia.org/wiki/Skeet\\_shooting](https://en.wikipedia.org/wiki/Skeet_shooting)

- [12] ASFALTOVÝ TERČ STANDARD. Zbraně na objednávku [online]. [cit. 12.12.2020]. Dostupný na WWW:<http://www.zbranenaobjednavku.cz/produkt/asfaltovy-terc-standard-oranzovy>
- [13] Česká technická norma - ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [14] ČHMÚ - ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Mapa zatížení sněhem na zemi [online]. [cit. 17.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://clima-maps.info/snehovamapa/>
- [15] ČSN EN 1991-1-4 (730035) Aktuální vydání Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- [16] WIENERBERGER. Stavebniny Wienerberger [online]. [cit. 18.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.wienerberger.cz/>
- [17] HELUZ. Stavebniny HELUZ [online]. [cit. 18.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.heluz.cz/>
- [18] DEK. Stavebniny DEK [online]. [cit. 18.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.dek.cz/>
- [19] WIKISKRIPTA. Akustika [online]. [cit. 21.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.wikiskripta.eu/w/Akustika>
- [20] TZB INFO. Akustika staveb [online]. [cit. 21.2.2020]. Dostupný na WWW: <https://stavba.tzb-info.cz/akustika-staveb>
- [21] PAJDAROVÁ. Fyzika pro stavitelství [online]. [cit. 21.12.2020]. Dostupný na WWW: <http://home.zcu.cz/~adp/>
- [22] ČSN 73 0532 - Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků - Požadavky

- [23] MZČR. Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí [online]. [cit. 22.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.mzcr.cz/wpcontent/uploads/wepub/14382/36099/V%C4%9Bstn%C3%ADk%20MZ%20%C4%8CR%2011-2017.pdf>
- [24] K-CAD. Neprůzvučnost 2010 [online]. [cit. 22.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/akustika/nepruzvucnost/>
- [25] WIKISKRIPTA. Šíření akustického vlnění [online]. [cit. 22.12.2020]. Dostupný na WWW: [https://www.wikiskripta.eu/w/%C5%A0%C3%AD%C5%99en%C3%AD\\_akustick%C3%A9ho\\_vln%C4%9Bn%C3%AD](https://www.wikiskripta.eu/w/%C5%A0%C3%AD%C5%99en%C3%AD_akustick%C3%A9ho_vln%C4%9Bn%C3%AD)
- [26] STAVEBNICTVÍ 3000.CZ. Nebezpečí impulsního hluku v pracovním prostředí! [online]. [cit. 26.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/nebezpeci-impulsniho-hluku-v-pracovnim-prostredi>
- [27] WIKISKRIPTA. Hluk [online]. [cit. 26.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.wikiskripta.eu/w/Hluk>
- [28] KHSHK. Hladina expozice hluku [online]. [cit. 26.12.2020]. Dostupný na WWW: [http://www.khshk.cz/e-learning/kurs2a/kapitola\\_18\\_\\_hladina\\_expozice\\_zvuku.html](http://www.khshk.cz/e-learning/kurs2a/kapitola_18__hladina_expozice_zvuku.html)
- [29] HLUK+. hluk+ [online]. [cit. 26.12.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.hlukplus.cz/>
- [30] ÚSTAV FYZIKY A MATERIÁLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ. Pohlcování zvuku, šíření hluku ve volném a uzavřeném prostoru [online]. [cit. 26.12.2020]. Dostupný na WWW: [http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env\\_fyzika/EF\\_04.pdf](http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_04.pdf)

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1:</b> Situace širších vztahů [1] .....	16
<b>Obrázek 2:</b> Výsek pozemku z katastru nemovitostí [2].....	16
<b>Obrázek 3:</b> Kombinace střelnic – schéma 1 [5] .....	21
<b>Obrázek 4:</b> Kombinace střelnic – schéma 2 [5] .....	22
<b>Obrázek 5:</b> Prvky vnitřní střelnice [Autor] .....	28
<b>Obrázek 6:</b> Označení terčových zařízení [Autor] .....	29
<b>Obrázek 7:</b> RIKA World Champion target transport systém [Autor].....	31
<b>Obrázek 8:</b> Elektronický terč LS10 LASERSCORE [Autor] .....	32
<b>Obrázek 9:</b> Pohled ze střeleckého stanoviště na 10 m střelnici [Autor] .....	33
<b>Obrázek 10:</b> Ochranná stěna a zástěna [Autor] .....	35
<b>Obrázek 11:</b> Schéma prostor vnitřní střelnice [Autor] .....	36
<b>Obrázek 12:</b> Červené výstražné světlo [Autor] .....	37
<b>Obrázek 13:</b> Požární poplachová směrnice [Autor] .....	38
<b>Obrázek 14:</b> Pryžové protiodrazové, protihlukové desky s rastrem [6] .....	39
<b>Obrázek 15:</b> Zavěšený akustický podhled [Autor] .....	40
<b>Obrázek 16:</b> Armádní střelecký stadion v Plzni – Lobzích [Autor] .....	44
<b>Obrázek 17:</b> Broková střelnice – Lonato (ITA) [Autor] .....	48
<b>Obrázek 18:</b> Asfaltový terč pro brokové disciplíny [12].....	50
<b>Obrázek 19:</b> Záchytný val tvořený přírodní bariérou [Autor] .....	51
<b>Obrázek 20:</b> Venkovní ochranná stěna – ocelová konstrukce [Autor] .....	52
<b>Obrázek 21:</b> Venkovní ochranná stěna – betonová konstrukce [Autor] .....	53
<b>Obrázek 22:</b> ohrožené prostory venkovní střelnice [Autor].....	55
<b>Obrázek 23:</b> Vysoká věž s ochranným štítkem a výstražným světlem [Autor]..	57
<b>Obrázek 24:</b> Střelecký přístřešek – ocelová konstrukce [Autor].....	58
<b>Obrázek 25:</b> Konstrukční systém 1.NP [Autor] .....	63
<b>Obrázek 26:</b> Porotherm 30 AKU SYM [16] .....	66
<b>Obrázek 27:</b> HELUZ AKU 30/33,3 P20 [17] .....	66
<b>Obrázek 28:</b> Ztracené bednění DEK 30 [18] .....	67
<b>Obrázek 29:</b> Sluchové pole člověka [19] .....	79
<b>Obrázek 30:</b> Distribuce akustického výkonu po dopadu zvuku na stěnu [20] ...	81



---

<b>Obrázek 31:</b> Směrový činitel Q [tzb] .....	84
<b>Obrázek 32:</b> Přístroj k měření hluku [Autor] .....	88
<b>Obrázek 33:</b> Zdroj hluku - garážová vrata [Autor] .....	89
<b>Obrázek 34:</b> Ochrana sluchu [26].....	105
<b>Obrázek 35:</b> Šíření zvuku od bodového zdroje [20].....	106
<b>Obrázek 36:</b> 2D zadání pro výpočet hlukové situace [29].....	110
<b>Obrázek 37:</b> 3D zadání pro výpočet hlukové situace [29] .....	110
<b>Obrázek 38:</b> Izofony kolem budovy a střelišť ve výšce 1,8m [29].....	111

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1:</b> Rozdělení střelnic podle kategorií [5] .....	23
<b>Tabulka 2:</b> Rozdělení střelnic podle tříd [5] .....	23
<b>Tabulka 3:</b> Rozdělení střelnic podle skupin [5] .....	24
<b>Tabulka 4:</b> Požadavky na osvětlení halových střelnic [7] .....	43
<b>Tabulka 5:</b> Stálá zatížení [Autor] .....	64
<b>Tabulka 6:</b> Užitečná zatížení [Autor] .....	64
<b>Tabulka 7:</b> Skladba obvodové konstrukce 1 [Autor] .....	69
<b>Tabulka 8:</b> Skladba obvodové konstrukce 2 [Autor] .....	70
<b>Tabulka 9:</b> Skladba obvodové konstrukce 3 [Autor] .....	71
<b>Tabulka 10:</b> Skladba podlahové konstrukce 1 [Autor] .....	74
<b>Tabulka 11:</b> Skladba podlahové konstrukce 2 [Autor] .....	75
<b>Tabulka 12:</b> Skladba podlahové konstrukce 3 [Autor] .....	76
<b>Tabulka 13:</b> Skladba stropní konstrukce [Autor] .....	78
<b>Tabulka 14:</b> Vnitřní akustická stěna [Autor] .....	92
<b>Tabulka 15:</b> Obvodová akustická stěna [Autor] .....	92
<b>Tabulka 16:</b> Stropní akustická konstrukce [Autor] .....	93
<b>Tabulka 17:</b> Zatížení na základový pas okopu [Autor] .....	98
<b>Tabulka 18:</b> Zatížení na základový pas věží [Autor] .....	102