



Zvýšenie energetickej efektívnosti budov

Zimný štadión Harmincova

Harmincova 2, Bratislava

Opis aktuálneho stavu

Finálna správa

JÚL 2019

Energy Centre Bratislava, s.r.o.

Ambrova 35, 831 01 Bratislava, Slovenská republika

tel: 02 / 59 30 00 91

IČO: 36731943

e-mail: office@ecb.sk

DIČ: 2022320278

web: www.ecb.sk

IČ DPH: SK2022320278

Zapísané: Obchodný register Okresného súdu Bratislava 1, Oddiel: Sro, Vložka č.: 44340/B

Názov publikácie: Opis aktuálneho stavu– ZŠ Harmincova
Referenčné číslo: ecbGES_BA_IAP_042
Číslo výtlačku: Výtlačok 0 z 3
Verzia: v001
Dátum: 07/2019
Odkaz na súbor: ECB GES BA B. 42-ZŠ Harmincova
Rozsah správy : 25
Počet príloh : 1
Počet vyhotovení : 3 ks

Vedenie projektu: Ing. Miloš STAŠTÍK
Spracovatelia: Ing. Marcel LAUKO, PhD.
Ing. Pavol TUŽINSKÝ
Ing. Miloš STAŠTÍK
Ing. Veronika GOMBOŠOVÁ
Bc. Milan VRÁBEL

Schválené: Ing. Pavol TUŽINSKÝ
- energetický audítor

Adresa: Zimný štadión Harmincova,
Harmincova 2,
841 01 Bratislava

Kontaktná osoba: Ing. Peter VOJTKO
Telefón: +421 2 44 37 33 27

E-mail: starz@starz.sk

OBSAH

1	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE	4
2	VÝCHODISKÁ ÚČELOVÉHO ENERGETICKÉHO AUDITU	5
2.1	Podklady poskytnuté zadávateľom	5
2.2	Doplňujúce údaje získané vlastným šetrením spracovateľa	5
2.3	Legislatíva a normy použité pri vypracovaní účelového energetického auditu	5
2.4	Zoznam použitých skratiek	6
3	POPIS SÚČASNÉHO STAVU	7
3.1	Energetické vstupy	8
3.2	Stavebné konštrukcie – vykurovacia časť štadióna	12
3.3	Zdroj tepla	15
3.4	Vykurovanie a dodávka tepla pre technologické účely	16
3.5	Príprava teplej vody	16
3.6	Vzduchotechnika	17
3.6.1	Adsorpčný odvlhčovač	17
3.6.2	Vzduchotechnika zázemia štadióna	19
3.7	Osvetlenie vnútorných priestorov	19
3.8	Zdravotno-technické inštalácie	20
3.9	Technológia chladenia ľadovej plochy	21

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

Objednávateľ

Názov (obchodné meno): **Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy**
Sídlo: Primaciálne námestie č. 1, 814 99 Bratislava
IČO: 00603481
IČ DPH: SK2020372596
Meno štatutárneho zástupcu: Ing. arch. Matúš VALLO – primátor
Telefón: +421 2 5935 6435
E-mail: primator@bratislava.sk

Spracovateľ

Názov (obchodné meno): **Energy Centre Bratislava, s.r.o.**
Sídlo: Ambrova 35, 831 01 Bratislava 37
IČO: 36 731 943
IČ DPH: SK2022320278
Meno zodpovedného zástupcu: Ing. Marcel LAUKO, PhD.
Tel. / Fax: +421 2 59 30 00 91 / 97
E-mail.: office@ecb.sk

Energetický audítor

Meno a priezvisko: **Ing. Pavol TUŽINSKÝ**
Dátum narodenia: 21.12.1981
Trvalý pobyt: 1. mája 852/23, 922 03 Vrbové
Osvedčenie číslo: 321/2014 – 0085

Riešiteľský kolektív

Vedúci projektu: **Ing. Miloš STAŠTÍK**
Riešitelia: Ing. Marcel LAUKO, PhD.
Ing. Pavol TUŽINSKÝ
Ing. Miloš STAŠTÍK
Ing. Veronika GOMBOŠOVÁ
Bc. Milan VRÁBEL

Identifikácia predmetu EA

Predmet: **Zimný štadión Harmincova**
Umiestenie (adresa): Harmincova 2,
841 01 Bratislava - Dúbravka
Meno kontaktnej osoby: Ing. Peter VOJTKO, Ing. ČERMAN
Tel.: 02/ 4437 3327, 0903 770 016
E-mail: starz@starz.sk

2 VÝCHODISKÁ ÚČELOVÉHO ENERGETICKÉHO AUDITU

Dokument je vypracovaný na základe požiadavky technického a ekonomického poradenstva pri príprave a realizácii obstarávania rekonštrukcie vybraných budov a objektov majetku hlavného mesta SR Bratislava (ďalej len „B“), formou energetickej služby s garantovanou úsporou energie (ďalej len „garantovanej energetickej služby, resp. GES“). EA popisuje skutkový stav budov a jednotlivých technických zariadení budov, identifikuje nedostatky a navrhuje úsporné opatrenia, ktorých realizácia je možná formou GES a slúži ako podklad pri príprave a realizácii obstarávania tejto GES.

Všetky ceny energií a investičné náklady uvedené v EA sú bez DPH.

2.1 Podklady poskytnuté zadávateľom

Pre riešenie EA boli objednávateľom poskytnuté nasledujúce podklady a spolupráca:

- Zadanie zákazky s opisom predmetu zákazky,
- Celkové ročné spotreby energie za roky 2016 - 2018,
- Celkové ročné náklady na energiu za roky 2016 - 2018,
- Dostupná projektová dokumentácia jednotlivých stavebných objektov,

2.2 Doplnujúce údaje získané vlastným šetrením spracovateľa

V rámci osobnej obhliadky súčasného stavu zariadení v rozsahu potrebnom pre spracovanie auditu boli zistené a získané najmä nasledujúce podklady:

- fotodokumentácia súčasného stavu,
- aktuálne údaje o zdrojoch tepla (ďalej len „ZT“),
- údaje o technologických zariadeniach najmä spôsob/režim ich prevádzky,
- štítkové údaje niektorých nainštalovaných zariadení.

2.3 Legislatíva a normy použité pri vypracovaní účelového energetického auditu

Pri vypracovaní EA bola použitá nasledovná legislatíva a technické normy:

- Zákon č. 321/2014 Z.z. – Zákon o energetickej efektívnosti,
- Zákon 137/2010 Z.z. – Zákon o ovzduší,
- Vyhláška 410/2012 Z.z. – vyhláška, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o ovzduší,
- STN 73 0540:2012 - Tepelná ochrana budov. Tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov,
- STN EN ISO 13370:2007 – Tepelno-technické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou. Výpočtové metódy,
- STN EN ISO 13789:2007 – Tepelno-technické vlastnosti budov. Merný tepelný tok prechodom a vetraním,
- STN EN ISO 13790:2008 – Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie,
- STN EN ISO 13790/NA:2008 - Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie. Národná príloha,
- STN EN 12464-1:2004 – Svetlo a osvetlenie – osvetlenie pracovných miest –Časť 1: vnútorné pracovné miesta,
- STN EN 12665:2003 – Svetlo a osvetlenie – základné termíny a kritériá na stanovenie požiadaviek na osvetlenie,
- STN EN 13201 – Verejné osvetlenie.

2.4 Zoznam použitých skratiek

EA	– účelový energetický audit
BVS	– Bratislavská vodárenská spoločnosť, a.s.
SPP	– Slovenský plynárenský priemysel, a.s.
SSE	– Stredoslovenská energetika, a.s.
ZS DIS	– Západoslovenská distribučná, a.s.
EE	– elektrina
EMS	– systém energetického manažmentu
FM	– frekvenčný menič
GES	– garantovaná energetická služba, resp. energetická služba s garantovanou úsporou energie
K	– kotolňa
NP	– nadzemné podlažie
OZE	– obnoviteľné zdroje energie
RB	– rosný bod
T	– trafostanica
TCH	– technológia chladenia
TV	– teplá voda
STARZ	– Správa telovýchovných a rekreačných zariadení hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy
SV	– studená voda
TEN	– tlaková expanzná nádoba
VS	– vykurovací systém
VT	– vykurovacie telesá
VYK	– vykurovanie
ZT	– zdroj tepla
ŽB	– železobetón

3 POPIS SÚČASNÉHO STAVU

Objekt Zimného štadióna Harmincova sa nachádza v Bratislave, v mestskej časti Dúbravka na ulici Harmincova 2, viď **Obr. 1: Situačná mapa riešeného objektu.**

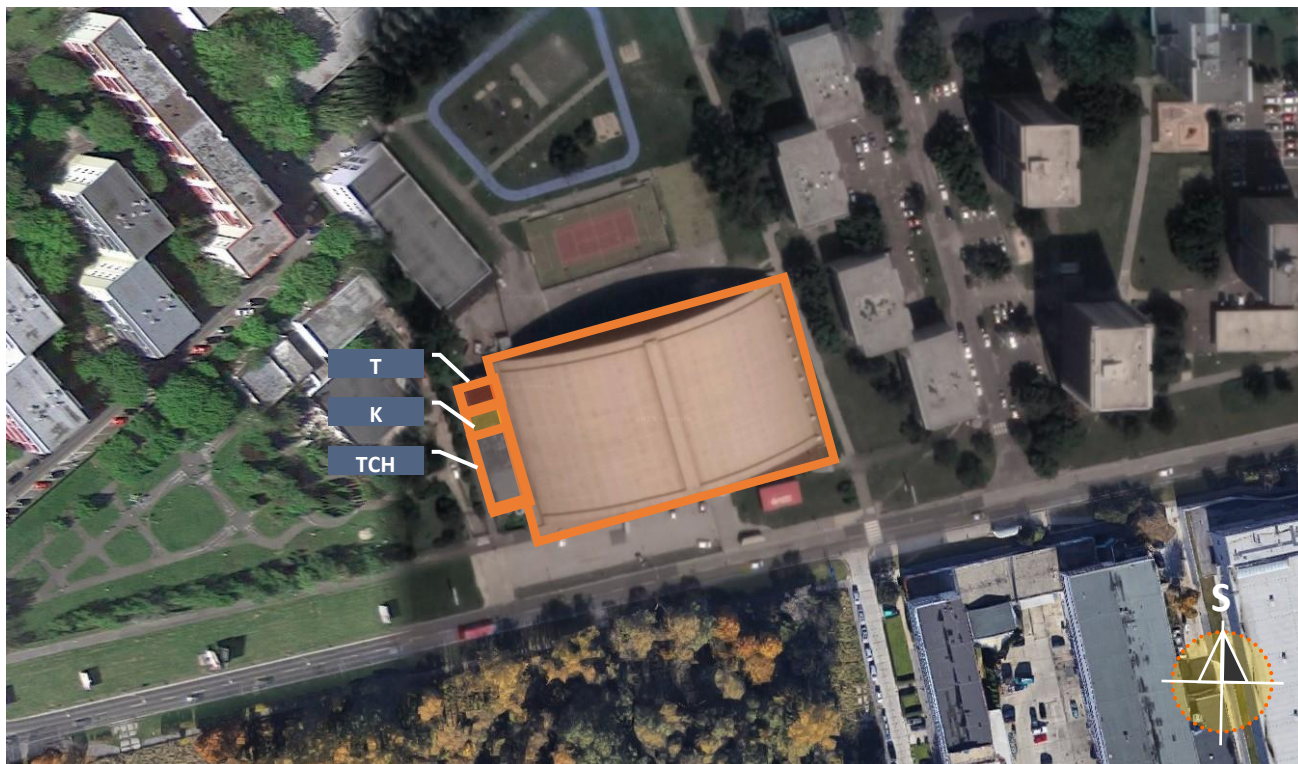
V budove nie je zavedený systém energetického manažmentu a nie je zabezpečené priebežné meranie, sledovanie a vyhodnocovanie jednotlivých spotrieb na základe, ktorých by sa navrhovali opatrenia s cieľom úspory energie a prevádzkových nákladov. Spotreby sa sledujú iba pre potreby fakturácie.

V roku 1980 bola v akcii Z vybudovaná nezakrytá ľadová plocha s umelým chladením. Neskôr v roku 1990 sa začalo so zastrešovaním ľadovej plochy, tento proces postupne trval až do roku 1998. Vznikla súčasná hala zimného štadióna. Objekt Zimného štadióna Harmincova je napojený na všetky dostupné energie (elektrická energia - transformátorová stanica, zemný plyn – regulačná stanica, voda). Pôdorys haly má obdĺžnikovitý tvar rozmerov 94,06 x 50,1 m. Výška oblúka v strede je 19 m nad ľadovou plochou. V rámci objektu sa nachádza hlavná ľadová plocha - so striedačkami a časomierou, sociálnym zázemím, nová tribúna, reštaurácia, bufet a kancelárie, budova strojovne a technické miestnosti. Prevádzka chladenia je riešená kompresorovým chladením, kde je ako hlavné chladiace médium NH₃ (čpavok).

Zimný štadión má svoje zázemie (šatne, WC, sprchy, kancelárie, ošetrovňa), tieto priestory sú vykurované, v šatniach je systém s núteným vetraním. Samotná hokejová hala nie je vykurovaná. V minulosti bol v hale problém s vysokou vlhkosťou vnútorného vzduchu, dôsledkom čoho sa tvorila hmla nad ľadovou plochou. Zrážajúca sa vlhkosť na strešnom podhlade spôsobovala odkvapkavanie na ľad, dôsledkom čoho sa tvorili ľadové kopčeky. Na odvlhčenie vzduchu bola preto v roku 2012 inštalovaná vzduchotechnika s vnútornou cirkuláciou s adsorpčným odvlhčovačom na zemný plyn. Prirodzené vetranie v hale zabezpečoval kedysi široký otvorený pás vo fasádach (v podoblúkových častiach severnej a južnej fasády). Vetracie pásy sa neskôr zrušili (prekryli sa drevenými oknami). V súčasnosti túto funkciu zabezpečujú mriežky vo fasáde po obvode celého oblúka polkruhovej strechy. Betónový podklad ľadovej plochy je silne nerovný (max. rozdiel je až 120 mm). Dôsledkom toho sa tvorí nerovnomerná hrúbka ľadu. Optimálna hrúbka je 60 mm. V tomto prípade je ľad miestami hrubý premenlivo od 40 do 160 mm. Nároky na chladenie sú preto vyššie, ak je ľad hrubší, je nutné vynaložiť (podstatne) viac energie na jeho tvorbu a udržiavanie v požadovanom stave. V západnej časti zimného štadióna sa nachádza samostatná murovaná budova spojená s halou, kde sa nachádzajú technické miestnosti. V rohu v severozápadnej časti je transformačná stanica TS 1014, samostatná miestnosť VN a NN rozvodne a transformátorov T1 a T2, ktorej prevádzkovateľom je STARZ. V samostatnej miestnosti v danom objekte sa nachádza nízkotlaková plynová kotolňa. Vedľa nej sú údržbárske dielne, velín, sklady a v najväčšej miestnosti strojovňa chladu, v ktorej je inštalovaná pôvodná technológia chladenia pre ľadovú plochu. Vonku v areáli v juhozápadnej časti sa nachádzajú dve chladiace veže.

Ľadová plocha je prevádzkovaná od augusta do konca mája. Nakoľko je hala vetraná prirodzene vonkajším vzduchom, v teplom období je takto výrazne otepľovaná. Hala otepľujú solárne zisky cez zasklenie (najmä z južnej strany z uličnej fasády). Vážny problém je osvit slnkom priamo na ľadovú plochu. Denná prevádzková doba štadióna je od 6:00 do 23:00 hod. s tým, že v čase 9 - 14 hod. býva prevádzkový útlm. Počas víkendov v zimnom období je štadión plne vyťažený (hokejové zápasy, korčuľovanie verejnosti). Počas plnej prevádzky dochádza až 13x za deň k úprave ľadu. Jedna úprava ľadovej plochy znamená spotrebu 800 litrov 40°C teplej vody pre Rolbu a zároveň roztopenie 2 m³ odpadného mokrého snehu. Podľa odhadov prevádzky **výroba a úprava ľadu predstavuje až 80% z celkových energetických nákladov celého štadióna.** Štadión počas dňa dokáže počas verejného korčuľovania prijať až 300 návštevníkov.

Obr. 1: Situačná mapa riešeného objektu



Zdroj: www.maps.google.com

Tab.1: Sumárne základné parametre posudzovaného objektu

Identifikácia činnosti			
Druh činnosti (SK NACE)	93.1 – Športové aktivity		
Počet hodnotených areálov	1		
Počet vykurovaných objektov	1		
Počet zamestnancov	5 zamestnancov		
Zoznam posudzovaných vykurovaných objektov	Celkový obstavaný objem V_b [m ³]	Podlahová plocha A_b [m ²]	Priemerný faktor tvaru A_i/V_b [1/m]
Zimný štadión Harmincova – celková	46 237,5	4 810,3	
z toho – vykurovaná plocha	2 501,7	758,3	0,96
Vykurovaná časť objektu	2 501,7	758,3	0,96

3.1 Energetické vstupy

Budova je napojená na distribučnú sieť Západoslovenská distribučná, a.s., pre odber elektriny a Slovenský plynárenský priemysel, a.s. (ďalej len „SPP“) pre odber plynu. Studenú vodu pre objekt zabezpečuje Bratislavská vodárenská spoločnosť, a.s..

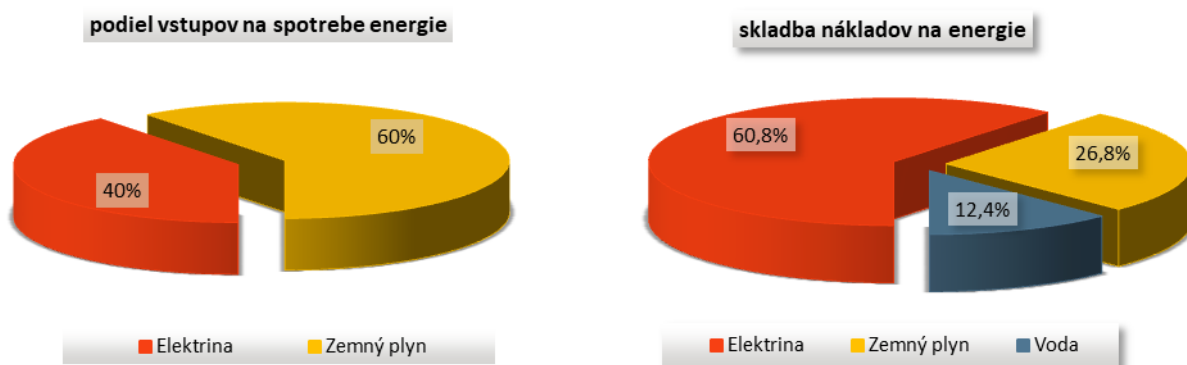
V EA uvažujeme hodnoty spotrieb a príslušné fakturované sumy za energetické vstupy odberu elektriny, tepla a SV z poskytnutých vyúčtovacích faktúr.

Sumár základných údajov o vstupoch energie a vody je uvedený v nasledujúcej tabuľke. V tabuľke sú uvedené priemerné ročné hodnoty za tri predchádzajúce kalendárne roky 2016 - 2018.

Tab.2: Údaje o priemerných ročných vstupoch palív, energie a vody v roku 2016 - 2018

Vstupy palív a energie	m.j.	Množstvo	Výhrevnosť [MWh/m.j.]	Obsah energie [MWh]	Ročné náklady [€]
Elektrina	MWh	694,3	1,000	694,3	72 021
Zemný plyn	tis. m ³	99,0	10,739	1 063,1	31 767
Voda	tis. m ³	7,9	–	–	14 661
Celková spotreba energie a vody				1 757,4	118 450

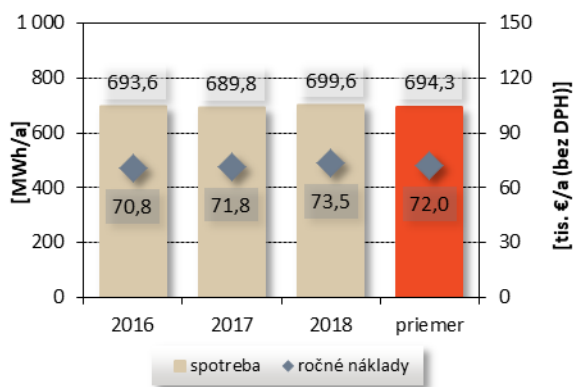
Obr. 2: Skladba podielu energií a ceny v rokoch 2016 - 2018



A) Elektrická energia

Elektrina je v súčasnosti nakupovaná od spoločnosti Stredoslovenská energetika, a.s.. Priemerná ročná spotreba elektriny v objekte bola v rokoch 2016-2018 na úrovni **694,3 MWh/a**, vo finančnom vyjadrení **72 021 € bez DPH**, z čoho vychádza priemerná cena **103,73 EUR/MWh**. Hodnotenie spotreby elektriny a priemerné hodnoty boli vypočítané za obdobie 2016 - 2018. Spotreba elektrickej energie na ZŠ je silne ovplyvnená prevádzkou štadióna a vonkajšou teplotou. Najväčšia spotreba elektriny je počas 10 mesiacov (august-máj), kedy je štadión v prevádzke.

Obr. 3: Údaje o celkových ročných a mesačných spotrebách EE a nákladov za roky 2016 – 2018



Tab.3: Údaje o ročných spotrebách, nákladoch a jednotkových cenách EE za roky 2016 – 2018

obdobie	MWh	€	€/MWh
2016	693,6	70 766	102,03
2017	689,8	71 828	104,13
2018	699,6	73 471	105,01
priemer	694,3	72 021	103,73

Charakteristika odberového diagramu spotreby elektriny areálu nie je k dispozícii.

Transformácia a rozvody elektrickej energie

Deliace miesto medzi regionálnou distribučnou sústavou (Západoslovenská distribučná, a.s.) a odberným miestom ZŠ je v súčasnosti na napäťovej úrovni VN (22 kV). VN zariadenie sa dá ovládať len ručne priamo v trafostanici bez diaľkového ovládania. Trafostanica je zložená z dvoch miestností v jednej je umiestnená rozvodňa VN a NN a v druhej sú olejové transformátory T1, T2 s výkonom 2×630 kVA. Predpokladané straty tohto transformátora sú na úrovni 3 - 5%. Meranie spotreby elektriny je na NN strane.

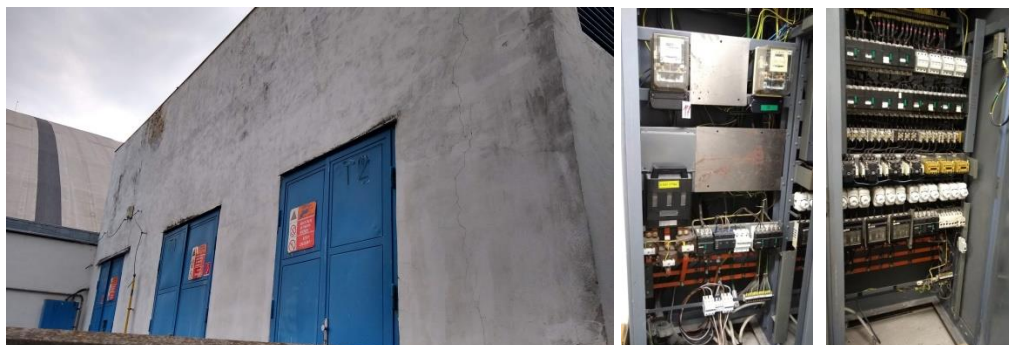
Tab.1: Parametre transformátora

Označenie	Výrobca	Typ	Výrobné číslo	Rok výroby	Výkon [kVA]	Straty
T1	BEZ Bratislava	aTOHn 374/22	313488	1997	630	3-5%
T2	BEZ Bratislava	aTOHn 374/22	313487	1997	630	3-5%
Spolu:					1260	

Tab.2: Parametre NN rozvodne

Označenie	Výrobca	Typ	In	Un	Kompenzačný rozvádzač	Rok výroby
Rozvodňa NN	ŽS-EMZ	HR	1000 A	3×400/230V	Áno	1998

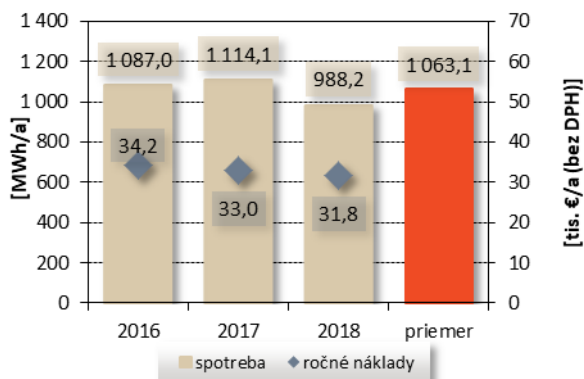
Obr. 4: Trafostanica a meranie spotreby EE



B) Zemný plyn

Zemný plyn je nakupovaný od spoločnosti SPP. Priemerná ročná spotreba plynu bola v objekte v rokoch 2016 - 2018 na úrovni **98 993 m³/a**, s energiou **1 063 MWh/a**, vo finančnom vyjadrení **31 767 € bez DPH**, z čoho vychádza priemerná cena **29,88 EUR/m³**. Hodnotenie spotreby ZP a priemerné hodnoty boli vypočítané za obdobie 2016 - 2018.

Obr. 5: Údaje o celkových ročných a mesačných spotrebách ZP a nákladov za roky 2016 – 2018



Tab.3: Údaje o ročných spotrebách, nákladoch a jednotkových cenách ZP za roky 2016 – 2018

obdobie	MWh	€	€/MWh
2016	1 087,0	28 149	25,89
2017	1 114,1	34 186	30,68
2018	988,2	32 967	33,36
priemer	1 063,1	31 767	29,88

Regulačná stanica plynu s diaľkovým odpočtom a prepočítavačom ELCOR – 2, ako aj hlavný uzáver plynu sa nachádza na fasáde objektu v samostatnej skrinke.

Obr. 6: Meranie spotreby plynu

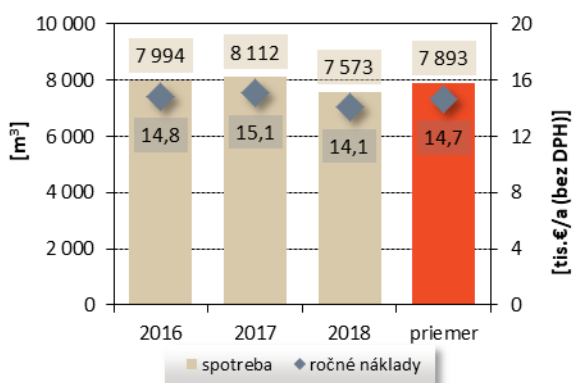


Zemný plyn sa v budove spotrebuje v plynovej kotolni na vykurovanie, prípravu teplej vody avšak predovšetkým na ohrev vody v 6 300 l zásobníkovej nádrže v strojovni chladu a na zníženie vlhkosti vnútorného vzduchu prostredníctvom adsorpčného odvlhčovača.

C) Voda

Voda je nakupovaná od spoločnosti BVS, a.s.. Priemerná ročná spotreba vody bola v objekte v rokoch 2016 - 2018 na úrovni **7 893 m³/a**, vo finančnom vyjadrení **14 661 € bez DPH**, z čoho vychádza priemerná cena **1,86 EUR/m³**. Hodnotenie spotreby vody a priemerné hodnoty boli vypočítané za obdobie 2016 - 2018.

Obr. 7: Údaje o celkových ročných spotrebách vody a nákladoch za roky 2016 – 2018



Tab.4: Údaje o ročných spotrebách, nákladoch a jednotkových cenách studenej vody za roky 2016 – 2018

Obdobie	m ³	€	€/m ³
2016	7 994,0	14 848,3	1,86
2017	8 112,0	15 068,0	1,86
2018	7 573,0	14 066,8	1,86
priemer	7 893,0	14 661,0	1,86

Meranie spotreby vody je zabezpečené fakturačným vodomermom.

3.2 Stavebné konštrukcie – vykurovacía časť štadióna

Podlaha na teréne je bez tepelnej izolácie (skladba podlahy hr. nie sú k dispozícií): podkladný štrk, betón, hydroizolácia, betónová mazanina, povrchová úprava.

Obvodový plášť budovy – spodná časť do výšky 3,0 m tvorí:

- vonkajšia povrchová úprava
- drevovláknitá doska (Heraklit) – hr.30 mm
- betónová stena (odliata do debnenia) – hr. 500 mm
- drevovláknitá doska (Heraklit) – hr.30 mm
- vnútorná povrchová úprava

Obvodový plášť budovy – horná časť (výplň časti pod oblúkom, severná a južná fasáda):

- drevený obklad
- nevetraná vzduchová medzera
- drevený obklad

Strecha:

Nosnú konštrukciu strechy tvoria drevené lepené parabolické väzníky opreté do masívnych železobetónových pätiiek. V streche je celkom 9 väzníkov., ktoré sú od seba vzdialené osovo 6,0m. Nosné väzníky sú orientované v pozdĺžnom smere haly na rozpon 78,2 m. prierez väzníka je obdĺžnikový rozmerov 0,24 m x 1,80 m.

Vplyvom zvýšenej vlhkosti vzduchu v hale lepidlo, ktoré spája drevené prvky väzníkov, čiastočne degradovalo. Dôsledkom tohto sa všetky väzníky opatrili po celej svojej dĺžke kovovými sponami.

Na väzníky sa zhora položili drevené kazety, ktoré obsahovali tepelnú izoláciu (minerálna vata hr.100mm). Kazeta ako prefabrikát bola opatrená základnou vrstvou asfaltového pásu, na ktorý sa natavil finálny asfaltový pás.

Skladba strechy (v poradí zvnútra):

- drevený podhľad
- tepelná izolácia -minerálna vata hr.100 mm
- vzduchová nevetraná medzera hr.120 mm
- drevený záklop
- pôvodná hydroizolácia (asfaltové pásy)
- súčasná hydroizolácia – fólia mPVC Fatrafol
+ dodatočné zateplenie pri rekonštrukcii strechy v minulosti
- penový polystyrén hr.100mm
- hydroizolácia – strešná fólia mPVC hr.1,5 mm

Otvorové konštrukcie: okná sú plastové osadené do dreveného rastru s osovými vzdialenosťami 1,0 x 1,0 m. Časť zasklenia je jednoduché zasklenie v plastovom ráme. Časť zasklenia je izolačné dvojsklo. Plocha jednoduchého a dvojitého zasklenia je zhruba v pomere 1 : 1.

Obr. 8: Zimný štadión Harmincova



Tab.5: Technické a geometrické parametre štadióna

Celková zastavaná plocha	Obvod zastavanej plochy	Obostavaný vykurovaný objem	Celková podlahová plocha-vykurovaná	Ochladzovaná obalová konštrukcia	Faktor tvaru budovy	Počet nadzemných podlaží	Priemerná konštrukčná výška podlažia
A	P	V _b	A _b	ΣA _i	ΣA _i /V _b		h _{k,pr}
[m ²]	[m]	[m ³]	[m ²]	[m ²]	[m ⁻¹]		[m]
4 810,3	293,3	2 501,7	758,3	2 417,7	0,96	1	3,3

Pre zhodnotenie obalových konštrukcií bola použitá dostupná výkresová a technická dokumentácia, fotodokumentácia a vlastná obhliadka objektu. Súčet plôch všetkých pevných stavebných konštrukcií vykurovanej časti štadióna predstavuje 2 414,7 m². Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 0,295 W.m⁻².K⁻¹ do 0,920 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy stavebných konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom všetkých pevných stavebných konštrukcií vo vykurovanej časti je 1 143,5 W.K⁻¹, čo predstavuje 99,5 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Tab.6: Zoznam pevných stavebných konštrukcií

Stavebná konštrukcia	Plocha A _i [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla U _i [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 730540-2 U _N [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Obvodová stena - betón	465,1	0,920	0,22	nevyhovuje
Stena - pórobetón	528,9	0,295	0,60	vyhovuje
Strop zázemia	708,6	0,353	0,60	vyhovuje
Strecha haly	4 893,6	0,180	0,50	vyhovuje
Stavebná konštrukcia	Plocha A _i [m ²]	Výpočtová hodnota tepelného odporu R _i [m ² .K.W ⁻¹]	Normalizovaná hodnota R podľa STN 730540-2 R _N [m ² .K.W ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Podlaha na teréne	708,6	0,15	2,0	nevyhovuje

Okná sú plastové s dvojsklom a jednosklom osadené do dreveného rastra z vonkajšej strany. Súčet plôch všetkých typov otvorových konštrukcií predstavuje 389,8 m². Z toho z vykurovanej časti štadióna plocha okien je len 3,5 m².

Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od 1,3 W.m⁻².K⁻¹ do 1,8 W.m⁻².K⁻¹. Jednotlivé typy otvorových konštrukcií sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Merná tepelná strata prechodom otvorových konštrukcií je 1112,4 W.K⁻¹, vo vykurovacej časti je to 5,5 W.K⁻¹ čo predstavuje 0,5 % z celkovej mernej tepelnej straty prechodom.

Tab.7: Zoznam typov otvorových konštrukcií

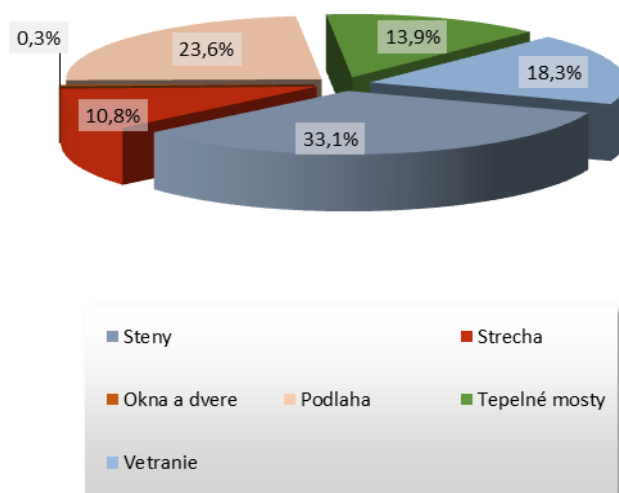
Otvorová konštrukcia	Celková plocha A [m ²]	Súčiniteľ prechodu tepla U [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Merná tepelná strata konštrukcie A.U [W.K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota U podľa STN 73 0540-2 U _n [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
Okno – plastové, dvojsklo	199	1,3	258,7	1,0	nevyhovuje
Okno - plastové, jednoduché zasklenie	189	4,5	850,5	1,0	nevyhovuje
Dvere	1,8	1,8	3,2	1,0	nevyhovuje

Merná tepelná strata obalových konštrukcií vrátane mernej tepelnej straty vplyvom tepelných mostov a vetraním vo vykurovanej časti štadióna je 1 181,2 W.K⁻¹. Splnenie minimálnej požiadavky priemerného súčiniteľa prechodu tepla všetkých obalových konštrukcií budovy podľa STN 73 0540-2:2012 je uvedené v nasledujúcej tabuľke. Podiel jednotlivých konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate prechodom je uvedený v nasledujúcom grafe.

Tab.8: Hodnotenie priemerného súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2:2012

Faktor tvaru budovy	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Normalizovaná hodnota [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Odporúčaná hodnota [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Cieľová odporúčaná hodnota [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnotenie podľa STN 73 0540-2
0,963	0,59	0,27	0,27	0,20	nevyhovuje

Obr. 9: Podiel konštrukcií a tepelných mostov na celkovej mernej tepelnej strate



Výpočet potreby tepla na vykurovanie bol vykonaný na základe výpočtu tepelných strát prechodom tepla konštrukciami a tepelných strát vetraním, ktoré boli znížené o tepelné zisky. Celková potreba energie pre krytie tepelných strát prechodom a vetraním predstavuje **143 034 kWh**. Na celkovej potrebe sa pokrytie tepelnej straty prechodom obalovými konštrukciami podieľa 81,70 %, podiel vetrania je 13,90 %. Celková spotreba energie je redukovaná tepelnými ziskami budovy vo výške **19 174 kWh** s mierou ich využitia na úrovni 92,8%. Výsledná potreba tepla na vykurovanie budovy so započítaním tepelných ziskov je **125 240 kWh**.

3.3 Zdroj tepla

Zdrojom tepla pre ZŠ Harmincova je plynová kotolňa, ktorá sa nachádza v samostatnej miestnosti štadióna a je zaradená podľa STN 07 0703 ako kotolňa III. kategórie s výkonom do 0,5 MW so šiestimi plynovými závesnými kotlami **Thermona THERM DUO 50 s celkovým tepelným výkonom 270 kW** a predpokladanou účinnosťou 84 %. Kotle majú zabezpečený odvod spalín dymovodom a spoločne sú napojené do spalínového zberača, ktorý je zaústený do nerezového fasádneho komína. Prívod vzduchu na spaľovanie je riešený priamo z prostredia kotolne, vetranie kotolne je zabezpečené pomocou otvoru do fasády. Stály hydrostatický tlak vykurovacej sústavy zabezpečuje tlaková expanzná nádoba s membránou **REFLEX TYP N 400/6** s objemom 400 l. Úpravu vody zabezpečuje zostava **KINECO model 30** (25l/min.), ktorá obsahuje o.i. automatický zmäkčovač a tank na regeneračný roztok NaCl. Na výstupe z kotlov je inštalovaný **anuloid HVT 100/0,6**, hydraulický vyrovnávač tlaku, ktorý slúži pre hydraulické oddelenie kotlového okruhu od okruhu spotreby. Kombinovaný rozdeľovač – zberač modul 120 je od dodávateľa Aquatech spol. s r.o. s celkovou dĺžkou 3015mm. Vykurovacia sústava je regulovaná pomocou ekvitermickej regulácie, MaR je od spoločnosti Siemens.

Technické parametre kotlov:

Typ plynového teplovodného kotla	Thermona THERM DUO 50
Počet kotlov	6 ks
Tepelný výkon jedného kotla	45 kW
Palivo	zemný plyn
Rok výroby	12/2005

Tab.9: Parametre inštalovaného kotla

Označenie	Výrobca	Typ	Palivo	Počet [ks]	Tepelný výkon [kW]	Účinnosť
K1-K6	Thermona	THERM DU 50	Zemný plyn	6	45	84,0%
Spolu ZT:				6	270	

Obr. 10: Zdroj tepla – plynová kotolňa



3.4 Vykurovanie a dodávka tepla pre technologické účely

Ohriata vykurovacia voda je z kotolne cez rozdeľovač vedená niekoľkými vetvami a to do okruhu vykurovania, ohrevu TV, vzduchotechnickej sústavy a od okruhu dodávky tepla pre technológiu. Obeh vykurovacej vody zabezpečuje čerpadlá Grundfos s FM. Potrubné rozvody vykurovacej sústavy sú izolované Mirelon Pro izoláciou.

Kombinovaný rozdeľovač-zberač: DN120, 5 vetiev, teplotný spád 80/60°C

Vetva 1 – teplo pre technologické účely (ohrev zásobníka 6300 l) - 100 kW, 4,3 m³/hod, Grundfos UPS 40-60/2F

Vetva 2 – vykurovanie prístavku - 25 kW, 1,1 m³/hod, Grundfos UPS 40-60/2F

Vetva 3 – teplo na ohrev TV (zásobníky 2x750 l) - 100 kW, 4,3 m³/hod, Grundfos UPS 40-60/2F

Vetva 4 – teplo pre zázemie štadióna 66 kW, 2,9 m³/hod, Grundfos Magna 3, 40-180 F 250

Vetva 5 – teplo pre vzduchotechniku - 53 kW, 2,4 m³/hod, Grundfos UPS 40-60/2F

Obr. 11: Vykurovacia sústava



Nové oceľové vykurovacie telesá (ďalej len „VT“) majú inštalované termostatické hlavice (8 ks), pôvodné liatinové vykurovacie telesá majú klasické hlavice. Vo vykurovacom systéme štadióna je spolu 40 liatinových článkových a oceľových doskových vykurovacích telies.

Obr. 12: Vykurovacie telesá



3.5 Príprava teplej vody

Teplá voda na umývanie a sprchovanie (ďalej len „TV“) sa pripravuje centrálnne v 2 stojatých zásobníkových ohrievačoch s objemom 2 x 750 l typ OKC 750 od dodávateľa Thermonova Slovakia s.r.o.. Teplá voda na technologické účely sa pripravuje v 6 300 l zásobníku. Uvedené zariadenie nemá čitateľné technické parametre (výrobný štítok o parametroch).

Obr. 13: Príprava TV



3.6 Vzduchotechnika

Predovšetkým v prechodnom období prevádzky zimného štadióna (od jari do zimy) v minulosti vznikala nežiaduca situácia, spôsobená vlhkým vzduchom, ktorý sa do haly dostáva netesnosťami z vonkajšieho prostredia, odparovaním vody z ľadovej plochy a z prítomných osôb, čo v spojitosti so studeným sálaním ľadovej plochy vyvoláva:

- námrazu z kvapkajúcej vody skondenzovanej na stavebných konštrukciách (zhoršená kvalita ľadu)
- hmlu nad ľadovou plochou
- orosovanie mantinelov okolo hracej plochy
- poškodzovanie osvetľovacej a audiovizuálnej techniky
- celkové zhoršenie kvality vzduchu
- pleseň na stenách, stropoch a iných chladných plochách
- zrýchlené chátranie ocele, korózie oceľových konštrukcií, hnilobu dreva

3.6.1 Adsorpčný odvlhčovač

Na odvlhčenie vnútorného vzduchu slúži vzduchotechnická sústava s vnútornou cirkuláciou. Cieľom odvlhčenia vzduchu na zimnom štadióne je dosiahnuť a trvalo udržiavať hodnotu teploty rosného bodu (RB) v rozsahu +1,5 °C až +4 °C.

Samotným zariadením, v ktorom prebieha vysušovanie vzduchu je adsorpčný odvlhčovač – CRT6000G od výrobcu COTES, ktoré využíva princíp pohlcovania vlhkosti (adsorpcie). Vzduch, ktorý má byť odvlhčený, je nasávaný cez filter ventilátorom a je vedený cez pomaly rotujúce sušiacie koleso (rotor), kde dochádza k viazaniu vody na sorbent – silikagel, k tzv. adsorpcii. Prúd vzduchu vo vnútri odvlhčovača je rozdelený do 2 častí: vysušovacej a regeneračnej časti. Dva oddelené prúdy vzduchu prechádzajú rotorom, vlhký vzduch prechádza cez sušiacu časť a z odvlhčovača vystupuje ako suchý vzduch, regeneračný vzduch prechádza cez filter a vstupuje do ohrievača, v ktorom sa ohreje na 130°C. Ohriaty vzduch prechádza regeneračnou časťou rotora a adsorbovaná vodná para je zo silikagélu uvoľňovaná a odvádzaná do vonkajšieho prostredia. Oba postupy adsorpcia a regenerácia prebiehajú súčasne.

Obr. 14: Adsorpčný odvlhčovač – CRT6000G

**Technické údaje**

Sériové číslo:	10058100.01
Napájanie:	3x400V, 50 Hz (3Ph+PE)
Rozmery:	2802x1200x1560 mm
Hmotnosť:	760 kg

Vzduchové výkony:

Suchý vzduch, max.:	7000m ³ / h
Suchý vzduch, nominálny:	6000m ³ / h
Reg. vzduch:	1400 m ³ / h

Plynový horák:

Typ AH-MA300:	111336
Tepelný výkon, max.:	47 kW
Tepelný výkon, min.:	10 kW
Gas Typ:	Erdgas

Ventilátor procesného vzduchu:

Továrenský výrobok „Gebhardt“, typ RZR 11-0280, 400 V/50 Hz

Ventilátor regeneračného vzduchu:

Továrenský výrobok „Gebhardt“, typ MRQ31, 400V/50 Hz

Elektrické údaje:

Ventilátor procesného vzduchu:	4,0 kW
Ventilátor regeneračného vzduchu:	1,1 kW
Prevodovka Nortgear:	0,12 kW
Elektr. prípojka:	5,22 kW
Externé istenie:	20 A
Napätie/Hz:	400V/50Hz, 3Ph+PE

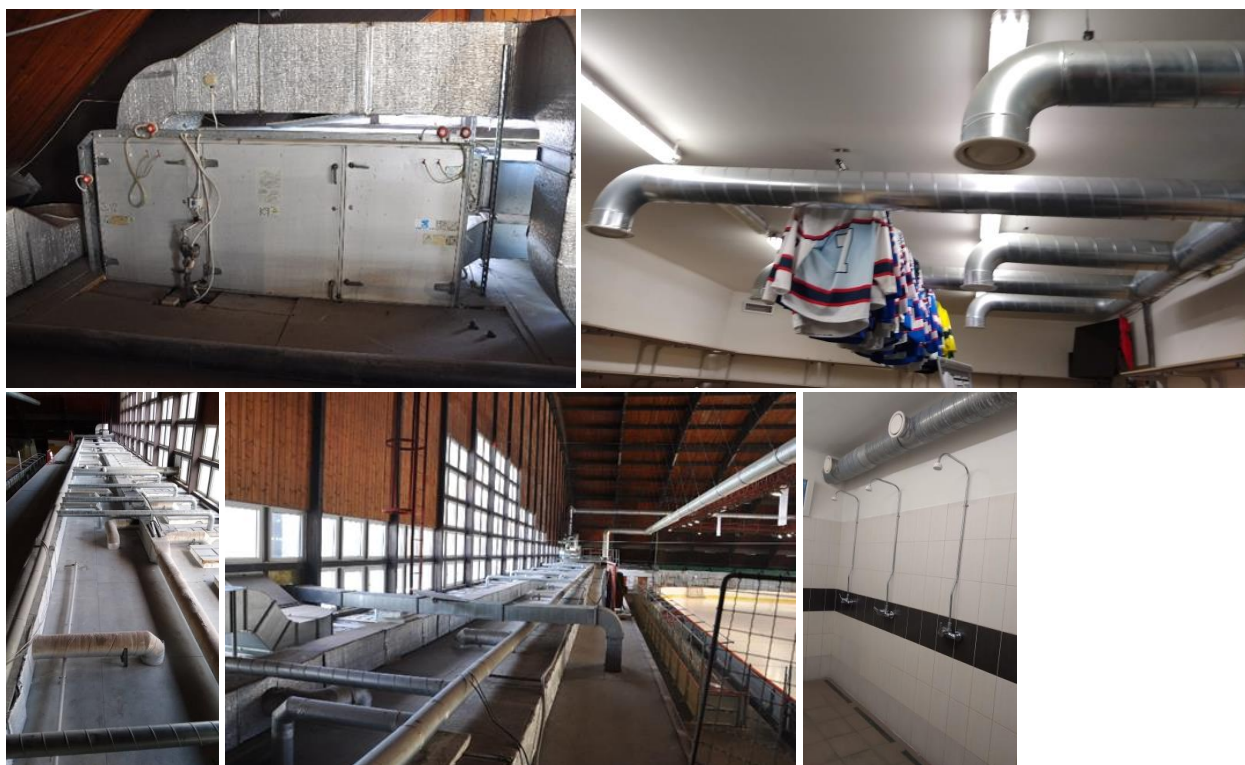
Rotor:

Rotor ø850/200, Silikagel

3.6.2 Vzduchotechnika zázemia štadióna

V priestoroch zimného štadiónu je umiestnená vzduchotechnická jednotka, ktorá slúži od roku 1998 na vetranie šatní, WC a sprch na severnej strane štadióna. Vetrá sa rovnotlakom (nútený prívod aj odvod vzduchu). Vzduchotechnické zariadenie nemá uvedené technické parametre (výrobný štítok o parametroch). Nové šatne vybudované v roku 2012 majú vetranie zabezpečené núteným odsávaním vnútorného vzduchu a nasávaním vzduchu cez mriežky z haly štadióna.

Obr. 15: Vzduchotechnická jednotka a rozvody vzduchotechniky



3.7 Osvetlenie vnútorných priestorov

Osvetľovacia sústava je v pôvodnom stave. Na osvetlenie ľadovej plochy slúžia halogénové reflektory, na osvetlenie zázemia štadióna slúžia svietidla s lineárnymi žiarivkami s klasickým predradníkom, ako aj elektronickým predradníkom. Pri výmene vyhorených svietidiel prevádzkovateľ STARZ ich nahrádza za LED žiarivky. Typy svietidiel sú zobrazené na obrázkoch nižšie. Počty jednotlivých svietidiel sú spísané v nasledujúcej tabuľke.

Tab.10: Osvetľovacia sústava – skladba

Druh svetelného zdroja v svietidle	Počet svietidiel [ks]	Inštalovaný príkon svietidla [kW]
SV1 – Halogénový reflektor 400W	95	0,400
SV2 – lineárna žiarivka T8 + elektronický predradník 1×36W	6	0,036
SV34 – lineárna žiarivka T8 + klasický predradník 2×36W	132	0,072
SV4 – lineárna žiarivka T8 + elektronický predradník 2×36W	24	0,072
SV5 - LED žiarivka 12W	6	0,012
Spolu:	263	49,520

Obr. 16: Typy svietidiel



3.8 Zdravotno-technické inštalácie

Zdravotno-technické inštalácie boli v minulosti rekonštruované. Každé WC je vybavené splachovacími nádržami s objemom (cca 8 litrov). Pisoáre v objekte sú vybavené automatickým splachovaním. Počty zdravotno-technických zariadení sú znázornené v nasledujúcej tabuľke.

Tab.11: Zdravotno-technické zariadenia – skladba - zrekonštruovaná časť

	Zdravotno-technické zariadenia					
	Umývadlo / Drez	Sprcha	Vaňa	Toaleta	Pisoár	Výlevka
Počet spolu (ks)	22	27	0	41	12	0

Obr. 17: Zariaďovacie predmety



3.9 Technológia chladenia ľadovej plochy

V objekte Zimného štadióna Harmincova je inštalované jednostupňové kompresorové chladiace zariadenie s použitím primárneho chladiva čistého bezvodného čpavku s medzinárodným označením R717-NH₃. Dodávateľom technológie je ČKD Praha DIZ, a.s.. Zariadenie je ovládané ručne a preto je nevyhnutná obsluha min. jedného pracovníka. Chladiaci okruh slúži na chladenie umelej ľadovej plochy v hale zimného štadióna (priame chladenie). Chladiaci výkon je zabezpečovaný dvojicou piestových kompresorov ČKD o výkone 229kW / kompresor pri vyparovacej teplote -10°C a kondenzačnej teplote +35°C. Na vysokotlakovej strane je umiestnený kondenzátor slúžiaci na kondenzáciu prehriatych pár chladiva z výtlačnej strany kompresorov. Ďalej okruh pozostáva z expanznej nádoby, plavákového regulátora, zberača oleja, odlučovača oleja, odvzdušňovača a chladiacich veží.

Obr. 18: Kompresor chladenia NF811



Tab.12: Parametre kompresorov

Parametre kompresorov								
	Výrobca	Typ	Výrobné číslo	Rok výroby	Chladiaci výkon	Odp. teplota (°C)	Konden. teplota (°C)	E-motor (kW)
Kompresor 1	ČKD Choceň	NF811	8113044	1997	229	-11	35	110
Kompresor 2	ČKD Choceň	NF811	8113045	1997	229	-11	35	110

Kompresory zaradené do chladiaceho okruhu slúžia na stláčanie pár chladiva na výtlačný tlak a teplotu za účelom transportu do kondenzátora na skvapalnenie odovzdaním kondenzačného tepla. Z konštrukčného hľadiska ide o piestové kompresory. Z hľadiska bezpečnosti kompresory sú vybavené blokovacími, snímacími a regulačnými prvkami: blokáda prekročenia výtlačného tlaku a teploty, blokáda poklesu sacieho tlaku a teploty, blokáda prekročenia rozdielu sacieho a výtlačného tlaku (diferenčná blokáda), blokáda prekročenia tlaku oleja, blokáda nedostatku chladenia hláv kompresora, priezor vo výške normálnej hladiny oleja, manometer snímajúci sací tlak, manometer snímajúci výtlačný tlak, manometer snímajúci tlak oleja, teplomer snímajúci výtlačnú teplotu, uzatváraciu armatúru na sacom aj výtlačnom potrubí, poistné zariadenie na výtlačnom potrubí, elektrické napájanie napojené na havarijné tlačidlo.

Pracovné prevádzkové parametre zariadenia

Kondenzačný tlak	1,17 až 1,55 MPa
Kondenzačná teplota	+ 30°C až +40°C
Tlak v saní kompresora	0,2 až 0,23 MPa
Teplota vyparovania v exp. nádrži	-9°C až - 15°C
Teplota na výtlačku kompresora	+120°C
Chladiaci výkon zariadenia	448 kW

Popis chladiaceho systému

Z konštrukčného hľadiska je chladiaci systém ako celok zložený z niekoľkých aparátov, ktoré vytvárajú funkčný celok. Ide o nasledovné celky: vytváranie chladiaceho efektu odparovaním kvapalného chladiva (čpavku), vytváranie dostatočnej zásoby kvapalného chladivého média, doplnkové aparáty, systém technologickej vody, automatizácia a regulácia.

Okruh chladenia

Tento okruh zabezpečuje dodávku dostatočného množstva kvapalného chladiva potrebného pre vytváranie chladiaceho efektu - odoberaním tepla na ľadovej ploche. Transport je zabezpečený bez pohonnej jednotky, nakoľko ide o vysokotlakú stranu s najvyšším konštrukčným pretlakom do 1,6 MPa. Vplyvom zníženia tlaku pri dopĺňaní prichádza k nepatrnému odpareniu média a tým odobratiu tepla. Toto sa prejaví pri zníženej náplni chladiva, alebo pri hranici najvyššieho výkonu (napríklad v letnom období) silným omrúzaním potrubí a nádob. Pary chladiva sú nasávané a stlačené kompresorom. Pri tlaku 1,17 - 1,55 MPa a pri teplote 65°C-120°C je chladivo privádzané do kondenzátora na ochladenie a tým skvapalnenie.

Kondenzátor

Chladivo v plynom stave je vháňané do plášťa kondenzátora. Rúrkovým systémom vo vnútri kondenzátora cirkuluje voda, ktorá chladí a skvapalňuje chladivo.

Obr. 19: Kondenzátor chladiva NH₃



Expanzná nádoba

Služi ako zásobník čpavku na nízkotlakej strane chladiaceho okruhu. Predpokladané množstvo čpavku v celom systéme chladenia je cca 1200kg.

Obr. 20: Expanzná nádoba



Odlučovač oleja

Odlučovač oleja sa skladá z niekoľkých komponentov zabezpečujúcich odlučovanie kvapiek oleja na site a jeho odpustením von resp. prepustením späť do mazacej sústavy kompresora.

Obr. 21: Odlučovač oleja (tlaková nádoba)



Doplňkové aparáty

Medzi doplnkové aparáty chladiaceho okruhu patria tie, ktoré zabezpečujú plynulý chod zariadenia z hľadiska sprievodných javov.

2× chladiaca veža SAV24

2× čpavkové čerpadlo CH40

1× sadá potrubia čpavku z materiálu p235GH

1× sadá uzatváracích, regulačných, servisných armatúr a automatík

Obr. 22: Zberač oleja, chladiaca veža, expanzný ventil



Chladiace zariadenie si vyžaduje obsluhu a údržbu. Potrebná spôsobilosť obsluhy a jej počet sú pre dané chladiace zariadenie stanovené v projekte v spolupráci s výrobcom a prevádzkovateľom chladiaceho zariadenia. Pre obsluhu tohto strojného chladiaceho zariadenia zimného štadióna je určený nasledujúci personál pre každú smenu, pri ktorej je zariadenie v prevádzke:

1 strojník (vedúci prevádzky)

1 pomocník (zámočník) - pracovník Rolby - ľadár.

Obsluha pravidelne kontroluje strojové a elektrické zariadenia. Ručné ovládané chladiace zariadenie si vyžaduje za prevádzky stály dozor obsluhy.