

1. Titulní list:



REVITALIZACE ZIMNÍHO STADIONU V TŘEBÍČI UL. KATEŘINY Z VALDŠTEJNA

Bilance energií vč. návrhu opatření zabezpečujících hospodárné nakládání s energiemi

místo stavby:	parc. č. st. 2695, st. 7305, 150/1, 2456, k.ú. Třebíč 769738		
stavebník:	Město Třebíč, Karlovo Náměstí 104/55, Třebíč		
Autor:	Ing. Michal Vondrák, Březinova 1304/53, 674 01 Třebíč		
energetický specialista:	Ing. Michal Vondrák	číslo oprávnění:	1317
Datum:	leden 2017	evidenční č. zak. :	008-2017

Ing. Michal Vondrák

Březinova 1304/53, 674 01 Třebíč

IČ: 01746090

tel.: +420 774 021 817

email: vondrak.michal@post.cz

2. Účel zpracování:

Účelem zpracování tohoto dokumentu je posouzení stávajícího stavu energetického hospodářství v objektu Zimního stadionu v Třebíči. Součástí tohoto posouzení je i ideový návrh opatření pro zlepšení energetické náročnosti stávajícího energetického hospodářství. Dokument je zpracován ve fázi dokumentace pro získání územního rozhodnutí.

Tento dokument bude sloužit jako jeden z podkladů pro další stupeň projektové dokumentace, tzn. dokumentace pro získání stavebního povolení. V tomto dokumentu není obsažen konkrétní technický návrh, ale jen ideové doporučení, ze kterého lze vycházet při zpracovávání projektové dokumentace.

Tento dokument není energetickým posudkem ve smyslu § 9a zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií.

3. Identifikační údaje:

3.1 Údaje o vlastníkovi objektu:

Obchodní firma (název):	Město Třebíč
Identifikační číslo (IČ):	00290629
Místo podnikání, adresa sídla:	Karlovo nám. 104/55, Vnitřní Město, 674 01 Třebíč
tel.:	+420 568 896 111
email:	epodatelna@trebic.cz

3.2 Údaje o objektu:

Název:	Revitalizace zimního stadionu v Třebíči, ul. Kateřiny z Valdštejna
Adresa:	Parc. č. st. 2695, st. 7305, 150/1, 2456, k.ú. Třebíč (769738)
Katastrální území:	Třebíč (769738)
Parcelní čísla pozemků:	st. 2695, st. 7305, 150/1, 2456

3.3 Údaje o zpracovateli:

Obchodní firma (název):	Ing. Michal Vondrák
Identifikační číslo (IČ):	01746090
Místo podnikání, adresa sídla:	Březinova 130/53, Horka-Domky 674 01 Třebíč
tel.:	+420 774 021 817
email:	vondrak.michal@post.cz

4. Popis stávajícího stavu:

4.1 Předmět posouzení:

4.1.1 Charakteristika hlavních činností předmětu posouzení:

Jedná se o stávající budovu, která je užívána jako zimní stadión. Mimo sezónu je objekt částečně využíván pro kulturní akce.

Objekt se nachází v Třebíči na ulici Kateřiny z Valdštejna v těsné blízkosti kostela Proměnění Páně na Jejkově, katolického gymnázia a Máchových sadů. Objekt je komunikačně napojen na ulici Kateřiny z Valdštejna a na severní a západní straně k němu přiléhá parkoviště, které je z větší části umístěno ve vnitrobloku. Objekt je napojen stávajícími přípojkami na vedení plynovodu, vodovodu a na kanalizační vedení, dále na vedení elektrické energie a na telekomunikační vedení.

4.1.2 Popis technických zařízení, systémů a budov, které jsou předmětem posouzení:

Popis budovy:

Stavba zimního stadionu se nachází ve svažitém terénu. Na severní straně se jedná o třípodlažní objekt a na jižní o jednopodlažní. Dispozice stadionu je proto nestandardní. Ledová plocha o rozměrech 59,20x28,10m se nachází v úrovni 2.NP a její plocha je +0,000m objektu s nadmořskou výškou 407,570m.n.m. Objekt se dělí na čtyři části, které jsou označovány podle orientace ke světovým stranám.

Jedná se o třípodlažní budovu částečně podsklepenou. Budova je rozdělena na jižní, severní, západní a východní část. Jižní část budovy je postavena na skalním masívu. Severní část objektu je podsklepena. Jedná se o smíšený konstrukční systém. Ocelový skelet s nosnou zděnou stěnou na jižní straně. Nosné zdivo a ocelová konstrukce jsou založeny na betonových patkách a betonových pasech. Budova je po úroveň 3.NP vyzdívaná a v úrovni 3.NP je na severní, východní a západní straně tvořena prosklenou stěnou, na severní straně je vyzdívaná. Konstrukce střechy je tvořena dvěma prostorovými vazníky a příhradovými vaznicemi. Na střeše se nacházejí dva světlíky a krytina je tvořena PVC pásy.

Východní křídlo: zde se nachází hlavní vstup, který je v 2.NP na úrovni -0,500m. Dále hlavní vstup pro diváky na úrovni 3.NP + 3,100m. WC pro veřejnost. Dále se v této části se nachází vrátnice, schodiště do 3.NP, rampa k ledové ploše, vstup do šaten (severní část), brusič bruslí, šatna pro bruslíci návštěvníky, sport bar, zázemí ledařů a od 3.NP dvojpatrová vestavba s částečně využitými prostory v 3.NP a v úrovni 4.NP s uzavřeným prostorem pro VIP návštěvníky. Mezi touto vestavbou a ledovou plochou jsou dvě oddělená hlediště a to pro stojící a sedící diváky.

Jižní křídlo: v úrovni 2 a 3.NP se nachází hlediště pro stojící diváky se samostatným WC pro diváky. Dvěma únikovými schodišti vedoucími přes 4.NP do ulice Kateřiny z Valdštejna. Na 4.NP je druhý vchod pro diváky (z ulice Kateřiny z Valdštejna) a obchod se sportovním vybavením.

Západní křídlo: je dvoupodlažní. V úrovni 2. a 3.NP se nachází tribuny pro stojící diváky. Z tribuny na úrovni +4,350m je možno vstoupit přes schodiště na střechy technických budov. Pod a za západní tribunou jsou na úrovni 2.NP šatna pro žákovské kategorie hokejistů s jedním hygienickým zázemím a pak samostatné prostory el. rozvoden, strojoven chlazení, truhlářské dílny a jedna šatna pro zaměstnance. Dále na rohu (západního, severního) křídla objektu vede z úrovně 3.NP samostatné únikové schodiště až do 1.NP, kde ústí na volné prostranství.

Severní křídlo: je třípodlažní. V úrovni 1.NP (-3,800m) se nachází šatny dorostu, juniorů s hygienickým zázemím, dva sklady materiálu, dvě dílny (sedlářská a oprava oděvů), šatna zaměstnanců, plynová kotelná s kogeneračními jednotkami. Uprostřed křídla je vstup a schodiště do 2.NP. V 2.NP je středová chodba, která odděluje šatny a ledovou plochu. Chodba na tomto podlaží spojuje severní a východní křídlo do prostoru vrátnice u hlavního vchodu. V 2.NP se nachází tři menší šatny, které slouží pro hostující hokejový celek, jako šatna pro bruslíci veřejnost z řad škol a neregistrovaných hokejistů, kteří si pronajímají ledovou plochu. Je zde i hygienické zázemí pro šatny. Uprostřed křídla je ošetrovna a naproti schodišti schody a šikmá rampa pro vstup na střídačky hokejistů. Od úrovně 2.NP po 3.NP je hlediště pro sedící diváky a na úrovni 3.NP hlediště pro stojící diváky. V úrovni 4.NP je postavena ocelová vestavba sloužící pro záznamové, komentátorské stanoviště a technickou místnost multimediální kostky nad ledovou plochou.

Celý prostor je zastřešen ocelovou konstrukcí skládající se ze dvou prostorových vazníků, které vynášejí kolmo na ně uložené příhradové vazníky. Nad hlavními vazníky jsou prosklené pásové stanové světlíky. Střešní rovinu tvoří profilované plechy s tepelnou izolací a mechanicky kotvenou střešní hydroizolační PVC fólií. V úrovni spodních pásnic vazníků jsou obslužné lávky pro osvětlení a ozvučení.

Celá stavba je ocelový skelet s vyzdívanými svislými konstrukcemi a ocelobetonovými stropy. Na celé jižní straně je monolitická železobetonová stěna. Od úrovně 3.NP po límeček střechy je na východní, severní a západní straně ocelová celoprosklená stěna. Schodiště v objektu jsou ocelová s vylitými betonovými nášlapnými deskami. Stropy jsou kryty kovovými lamelovými podhledy. V prostoru Sport baru podhled není a jsou viditelné ocelové válcované profily a lamelové stropní plechy.

Stručný popis technických zařízení:

K vytápění objektu jsou využívány dva zdroje tepla. Jako hlavní zdroj tepla pro vytápění jsou využívány dva plynové kotle osazené v 1NP v místnosti „kotelna“. Společně s kotli je v kotelně osazena i kogenerační jednotka spalující také zemní plyn. Tepelná energie je rozváděna po objektu pomocí teplovodní otopné soustavy. V objektu jsou pak osazena ocelová nebo litinová otopná tělesa.

Pro vytápění je také využívána stávající technologie pro využití odpadního tepla ze systému chlazení ledové plochy. Pro zužitkování odpadního tepla jsou osazeny tři teplená čerpadla systém voda/voda. Odpadní teplo je odebíráno z trasy vedení přehřáté páry do chladicí věže.

K ohřevu teplé vody je využíváno obou více popsaných zdrojů tepla. Odpadní teplo slouží jako přehřev teplé vody, která je poté dohřívána na provozní teplotu pomocí plynových kotlů. Rozvody teplé vody jsou provedeny v plastovém potrubí a jsou zateplené návleky tepelné izolace. Na rozvodech teplé vody je provedena cirkulace.

Podrobný popis technického zařízení je popsán v dalších bodech.

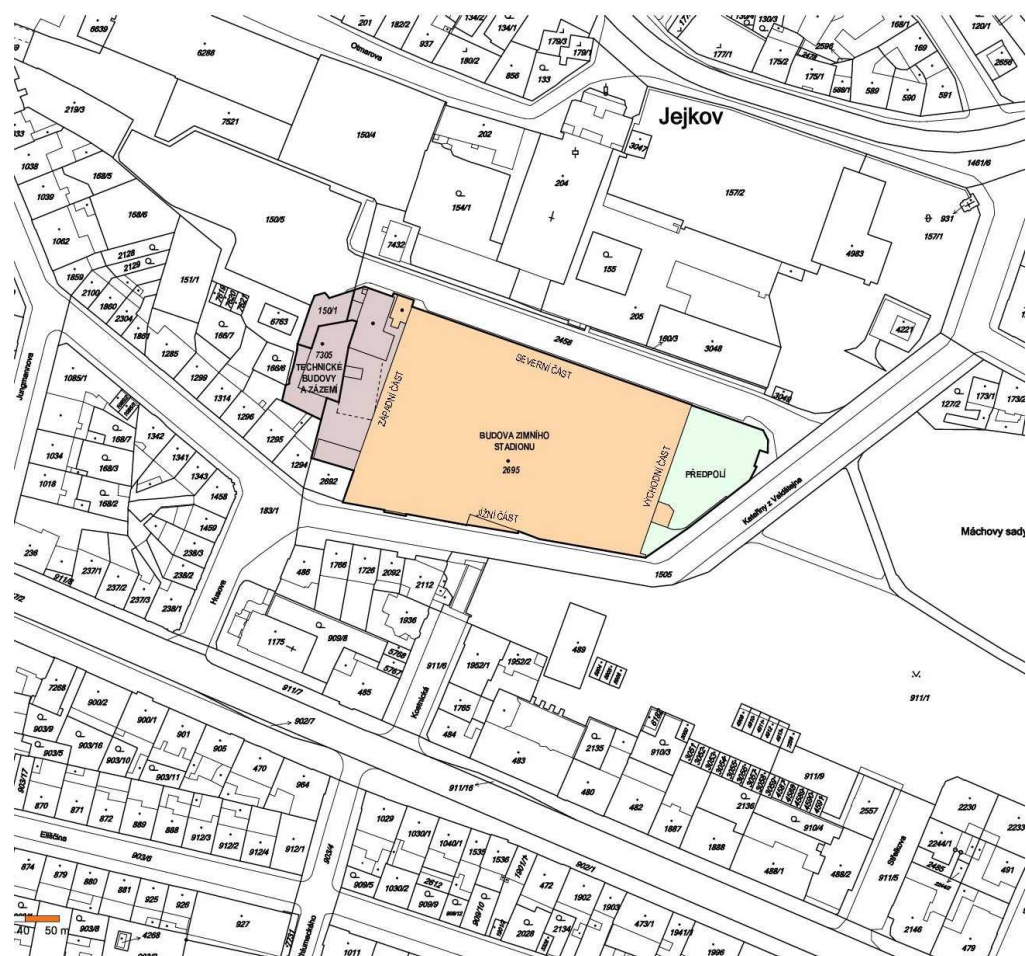
4.1.3 Situační plán:

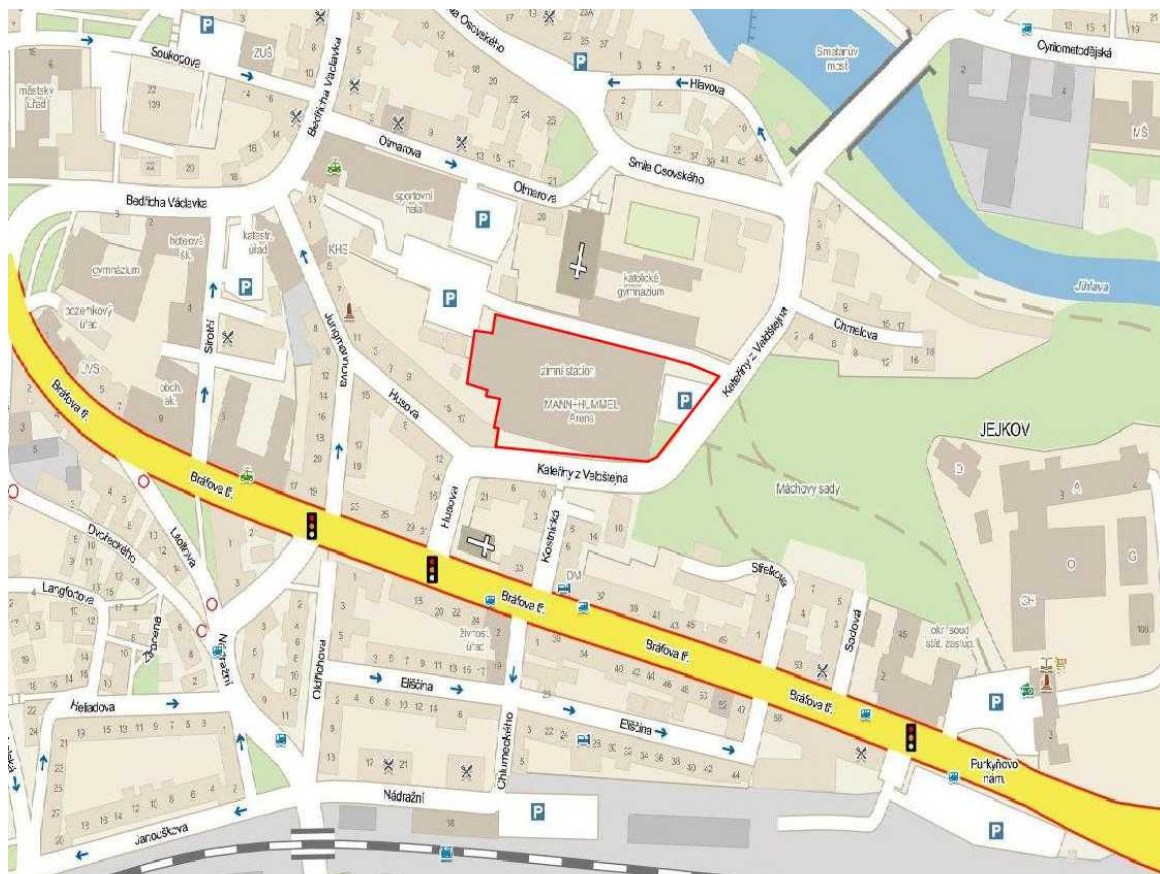
Popis umístění předmětu energetického posudku v návaznosti na okolní zástavbu:

Posuzovaný objekt se nachází v Třebíči, na ulici Kateřiny z Valdštejna. Objekt se nachází konkrétně na parc. č. st. 2695, st. 7305, 150/1, 2456, v katastrálním území Třebíč (769738).

GPS souřadnice vstupu do objektu jsou 49°12'48.258"N, 15°53'10.710"E.

Situační plán:





4.2 Energetické vstupy do předmětu energetického posudku:

V objektu je využívána elektrická energie a jako palivo je spotřebováván zemní plyn. Vstupy energií a paliv jsou převzaty z poskytnutých odečtů z fakturačních měřidel a jsou spočítány jako vážený průměr za poslední dva respektive čtyři uzavřené roky. U elektrické energie se jedná o roky 2015 a 2016 a u zemního plynu o roky 2013 až 2016.

Předmětem tohoto V tomto posouzení není finanční vyhodnocení nákladů a přínosů.

Pro rok:	Průměrné hodnoty z dostupných podkladů				
	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Vstupy paliv a energie					
Elektřina	MWh	664,64	3,6	664,64	-
Teplo	GJ				
Zemní plyn	MWh	450,29	3,6	450,29	-
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Druhotné zdroje	GJ				
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				1114,93	-
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				1114,93	-

4.3 Vlastní zdroje energie:

4.3.1 Plynové kotle:

Pro vytápění objektu a dohřev teplé vody jsou využívány dva stávající plynové kotle. Jedná se o nízkotlaké kotle typu ČKD DUKLA. V kotlech jsou osazeny plynové hořáky o jmenovitém výkonu 500 kW. Jedná se o hořáky typu APH04PZN výrobce PBS Třebíč. Hořáky jsou modulované s rozmezí výkonu 90 až 500 kW. Spotřeba zemního plynu se pohybuje v rozsahu 9,0 až 51,0 m³/h. Účinnost kotlů je stanovena odborným odhadem na 74%.

Kotle jsou umístěny v místnosti „Kotelna“ v 1NP. Kotelna je samostatně přístupná z venkovního prostředí a není propojena s vnitřním prostředím budovy. Jedná se o kotelnu II. třídy dle ČSN 07 0703 s celkovým instalovaným výkonem 1,2 MW (se započítáním kogenerační jednotky).



4.3.2 Kogenerační jednotka:

V kotelně je společně s kotli osazena kogenerační jednotka spalující zemní plyn. Jedná se o jednotku typu Cento 140 s elektrickým výkonem cca 140 kW a tepelným výkonem cca 200 kW. Výrobce jednotky je firma TEDOM. Kogenerační jednotka je využívána na pokrytí špičkové spotřeby elektrické energie. Okamžitý tepelný výkon je upotřeben pro vytápění a pro ohřev teplé vody.

Nejedná se o podporovaný zdroj, elektrická energie a teplo vyrobené ve zdroji je využito výhradně pro potřeby budovy.



4.3.3 Technologie pro využití odpadního tepla:

Dalším zdrojem energie jsou tepelná čerpadla osazená v místnosti nazvané „Vodárna“. Jedná se o tři tepelná čerpadla systém voda/voda typu HPWW 16M-Z10. Výrobce technologie tepelných čerpadel je firma Nukleon. Tepelná čerpadla mají jednotlivý topný výkon 58,3 kW v pracovním režimu W20/W50. Tabulkový topný faktor je uváděn 4,5. Jednotlivý elektrický příkon je v pracovním režimu 13 kW. Použité chladivo je typu R407c. Celkový topný výkon tepelných čerpadel je tedy 174,9 kW a celkový elektrický příkon je 39,0 kW.

Využívané odpadní teplo vzniká při provozu chladících kompresorů, které vychlazují ledovou plochu zimního stadionu. V současnosti je odpadní tepelná energie je odebírána ve dvou úrovních pomocí deskových výměníků osazených na výstupním vedení z kompresorů.

První úroveň odebírá tepelnou energii z média ve formě přehřátých par NH_3 , kde je získaná tepelná energie využita přímo k ohřevu teplé vody v akumulčních zásobnících teplé vody.

Druhá úroveň odebírá tepelnou energii z média ve formě syté mokré páry NH_3 , kde je získaná tepelná energie akumulována v akumulční nádrži jako nízkoteplotní topná voda. Nízkoteplotní topná voda v akumulční nádrži je využívána jako primární zdroj tepelné energie pro tepelná čerpadla. Tepelná čerpadla pak převádí nízkoteplotní teplo na vyšší tepelnou úroveň cca 50 °C.

Nízkoteplotní akumulční nádrž před tepelnými čerpadly je o objemu 6300 litrů. Akumulační nádrž za tepelnými čerpadly na ohřátou topnou vodu je o objemu 8000 litrů.





4.4 Rozvody energie a ohřev teplé vody:

4.4.1 Rozvody vytápění:

V prostorách objektu, kde je tepelně upravováno vnitřní prostředí, je stávající otopná soustava s rozvody z ocelových trubek a s ocelovými nebo litinovými otopnými tělesy. Vzhledem k tomu, že objekt je rozdělený na několik samostatných prostorů s úpravou vnitřního prostředí, je otopná soustava rozdělena na několik topných okruhů s nuceným oběhem topné vody. Tepelná izolace v prostoru kotelný je v dobrém stavu. Stav tepelné izolace na rozvodech po objektu nebylo možné vizuálně zkontrolovat.

4.4.2 Rozvody chlazení:

Rozvody NH_3 technologie chlazení do chladicí věže jsou provedeny z ocelových trubek svařovaných. Rozvody jsou bez tepelné izolace. Rozvody chladiva pro ledovou plochu jsou také ocelové, opatřené tepelnou izolací na bázi kaučuku.

4.4.3 Rozvody technologie odpadního tepla:

Veškeré rozvody technologie využití odpadního tepla jsou provedeny z trubek ocelových svařovaných. Tepelná izolace potrubí je v dobrém stavu a odpovídá standardu v době realizace.

4.4.4 Teplá voda:

Stávající systém ohřevu teplé vody je v dvoustupňovém provedení. První stupeň je přehřev teplé vody odpadním teplem za pomoci výše popsané technologie. Teplá voda je nahřívána průtokem přes dva deskové výměníky a je akumulována ve dvou zásobnících o celkovém objemu 9000 litrů.

Druhý stupeň ohřevu probíhá v akumulčních zásobnících umístěných v kotelně, kde je přehřívá voda dohřívána na požadovanou provozní teplotu. Dohřev probíhá průtokem přes deskový výměník nahříváný plynovými kotly. Celkový objem zásobníků teplé vody druhého stupně ohřevu je 1600 litrů.

Rozvody teplé vody jsou provedeny z plastových trubek PPR spojovaných tepelným svařováním. Tepelná izolace rozvodů v místnosti s prvním stupněm ohřevu je v dobrém stavu. Tepelná izolace rozvodů v kotelně je v uspokojivém stavu, avšak stav a míru tepelné izolace na skrytých rozvodech se nepodařilo ověřit. Na teplé vodě je provedena nucená cirkulace teplé vody. Dle dostupných zdrojů však není cirkulace využívána a nebyla možnost ověřit její funkčnost.

4.4.5 Elektrorozvody:

V budově jsou stávající rozvody elektrické energie. Rozvody jsou převážně vedeny v plechových kabelových žlabech volně nebo v kotvících lištách. V bytových prostorách jsou vedeny rozvody elektrické energie v drážce ve zdivu. V objektu jsou elektrorozvody různého stáří dle lokálních oprav provedených v průběhu fungování budovy.

4.4.6 Rozvody zemního plynu:

Do budovy je přiveden zemní plyn pomocí STL plynové přípojky ukončené HUP ve výklenku na fasádě. Měření spotřeby plynu je osazeno v samostatné místnosti přístupné z ulice. Společně s plynoměrem je v místnosti osazena regulace tlaku plynu, plynový filtr a havarijní ventil. Havarijní ventil je osazen pro automatické uzavření přívodu plynu do objektu v případě požáru.

4.5 Významné spotřebiče energie:

4.5.1 Technologie chlazení ledové plochy:

Významným spotřebičem elektrické energie je technologie chlazení ledové plochy. Stávající chladicí zařízení pracuje s přímým systémem chlazení podle čl. 5.2.1 ČSN EN 378 s nucenou cirkulací chladiva s vypařovací teplotou -13°C a vysokou regulací přepouštění chladiva. Chladicí zařízení pracuje s parním oběhem chladiva R717 čpavek NH_3 a s automatickým provozem a občasným odborným dohledem.

Chladicí výkon zajišťují dva kompresory. První kompresor je typ SMC 108 L s chladicím výkonem 311 kW při provozním režimu $-10/35^{\circ}\text{C}$. Druhý kompresor je typ SMC 106 E s chladicím výkonem 287 kW při provozním režimu $-10/35^{\circ}\text{C}$.

Přesné údaje o spotřebách chladicího zařízení nejsou dostupné. Není instalováno podružné měření energie pro chlazení.



4.5.2 Elektrické osvětlení:

Osvětlení je provedeno převážně pomocí zářivek případně výbojek. Ovládání osvětlení je místní pomocí vypínačů umístěných v jednotlivých prostorách. Vnitřní pobytové prostory mají dobrý přístup denního světla. Regulace osvětlení je ruční, tlačítky u vstupů do jednotlivých prostor.

4.5.3 Oběhová čerpadla:

Dalšími spotřebiči elektrické energie jsou oběhová čerpadla zajišťující oběh topného média, chladiva apod.. Převážně se jedná o oběhová čerpadla s víceúrovňovou regulací výkonu. Pro pohyb topného média v kotelně jsou osazena dvě čerpadla s plynulou elektronickou regulací výkonu.

4.6 Tepelně technické vlastnosti budovy:

Jedná se o třípodlažní budovu částečně podsklepenou. Budova je rozdělena na jižní, severní, západní a východní část. Jižní část budovy je postavena na skalním masívu. Severní část objektu je podsklepena. Jedná se o smíšený konstrukční systém. Ocelový skelet s nosnou zděnou stěnou na jižní straně. Nosné zdivo a ocelová konstrukce jsou založeny na betonových patkách a betonových pasech. Budova je po

úroveň 3.NP vyzdívána a v úrovni 3.NP je na severní, východní a západní straně tvořena prosklenou stěnou, na severní straně je vyzdívána. Konstrukce střechy je tvořena dvěma prostorovými vazníky a příhradovými vaznicemi. Na střeše se nacházejí dva světlíky a krytina je tvořena PVC pásy.

Zdivo je z keramických bloků typu CD nebo z plných cihel. Podlahy jsou betonové bez tepelné izolace. Většina výplní otvorů jsou stávající zdvojená nebo jednoduchá okna a kovové vstupní dveře. Část výplní otvorů ji již z minulých let vyměněna za nové plastové s izolačním dvojsklem.



5. Vyhodnocení stávajícího stavu objektu:

5.1 Vyhodnocení účinnosti užití energie:

5.1.1 Zdroje energie:

Stávající plynové kotle s plynovými hořáky jsou již zastaralé na hranici své životnosti. V případě pravidelné údržby by mohli svou činnost plnit ještě několik let. Skutečnou životnost nelze přesně odhadnout. Sezónní účinnost kotlů je nízká, odhadovaná na 74%. Stávající kotle nesplňují požadavky dnešní legislativy na ekodesign.

Tepelná čerpadla pro získávání energie z odpadního tepla jsou v dobrém stavu a mohou svou funkci plnit i nadále.

5.1.2 Rozvody tepla a chladu:

Rozvody tepla a chladu, které se podařilo vizuálně zkontrolovat jsou v dobrém technickém stavu. Viditelné rozvody prodělali v průběhu užívání budovy několik rekonstrukcí. Rozvody skryté se nepodařilo zkontrolovat, nicméně vzhledem ke stáří objektu se domnívám, že rozvody tepla budou na hranici životnosti.

5.1.3 Významné spotřebiče energie:

Elektrické osvětlení:

Elektrické osvětlení je v ucházejícím stavu a může i nadále plnit svou funkci.

Technologie chlazení:

Kompresory jsou dle obhlídky v dobrém technickém stavu. Kompresory prodělávají pravidelnou technickou údržbu. Kompresory mohou i nadále plnit svou funkci. Technický stav oběhových čerpadel je také ucházející.

5.2 Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí:

Objekt ani jeho konstrukce nevykazují známky nadměrného poškození nebo přetvoření, které by signalizovalo statické poruchy nebo přetížení objektu nebo jednotlivých konstrukcí. Obálka budovy je z tepelně technického hlediska zcela nevyhovující. Obálka budovy se ani neblíží k požadavkům dle současné legislativy. Je vhodné provést energetickou sanaci objektu.

5.3 Celková energetická bilance energetického posudku:

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
1	Vstupy paliv a energie	4013,7	1114,93	-
2	Změna zásob paliv	0	0	-
3	Spotřeba paliv a energie	4013,7	1114,93	-
4	Prodej energie cizím	0	0	-
5	Konečná spotřeba paliv a energie	4013,7	1114,93	-
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	0	-
7	Spotřeba energie na vytápění	875,8	243,29	-
8	Spotřeba energie na chlazení	2332,8	648,00	-
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	594,0	165,00	-
10	Spotřeba energie na větrání	0	0	-
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	-
12	Spotřeba energie na osvětlení	211,1	58,64	-
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	0	0	-
14	Spotřeba PHM	0	0	-

6. Doporučení energetického specialisty:

6.1 Popis návrhu:

6.1.1 Obálka budovy:

Jak již bylo napsáno výše je obálka budovy zcela nevyhovující podle současných požadavků na energetickou náročnost. Navrhují tedy kompletní energetickou sanaci obvodového pláště. Popisovaný návrh vychází z dokumentace pro vydání územního rozhodnutí.

Návrh řešení počítá s rozšířením objektu mimo stávající objem stavby. Jedná se o dvoupatrovou přístavbu na straně severního křídla objektu, a třípatrovou přístavbu v západním křídle objektu. U vnitřní dispozice dochází ke změně ve východním, severním a západním křídle objektu. U vnitřní části zimního stadionu (hlediště) dochází k vestavbě ochozu na úrovni 4.NP na straně východní a severní části objektu. Ledová plocha, střídačky, hlediště v úrovni 2.NP a hlediště na úrovni 3.NP v celé části jižního i západního křídla zůstává bez změn.

Nové konstrukce obálky budovy musí splňovat alespoň požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 (2011). Stávající konstrukce budou také zatepleny, např. kontaktním zateplovacím systémem nebo jinou technologií, pro zlepšení tepelně technických vlastností konstrukcí.

Dojde také k redukci prosklených ploch v obálce budovy, což vede nejen k energetickým úsporám, ale také k úsporám pořizovacích nákladů při realizaci záměru. Nové výplně otvorů budou splňovat požadavky ČSN 73 0540-2.

Doporučuji navrhovat konstrukce tak, aby splňovali doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Obálka budovy nemá jen zabránit úniku tepla v zimních měsících, ale zabraňuje i tepelným ziskům tzn. přehřívání budovy v letních měsících. Proto je důležité klást velký důraz na kvalitu návrhu energetické sanace obálky budovy.

6.1.2 Zdroj tepla pro vytápění objektu a ohřev teplé vody:

Stávající plynové kotle jsou již na hranici životnosti a nelze s nimi počítat pro budoucí provoz zimního stadionu. Stávající kotle svou nízkou sezónní účinností by degradovali energetické hospodářství celého objektu. Navrhují při realizaci záměru stávající plynové kotle demontovat a dále nevyužívat.

Dle současných informací bude výhledově je možné napojit objekt na soustavu zásobování teplem (SZT). Rozšíření SZT pro možnost napojení zimního stadionu bude realizováno před realizací stavebních úprav navržených v dokumentaci pro územní rozhodnutí. Napojení objektu na SZT je dle zákona č. 406/2000 Sb. klasifikováno jako jeden z alternativních systémů dodávky energie. Napojením objektu na SZT dojde i k výrazné úspoře energie vzhledem k vysoké účinnosti při předávání tepla. Tepelná energie pro SZT je získávána spalováním převážně biomasy (více jak 90%) a zemního plynu jako odpadní teplo z KVET. Tato varianta přináší i výraznou úsporu produkce skleníkových plynů (CO₂).

V případě napojení na SZT bude v objektu osazena předávací stanice. Předávací stanice bude využívána na vytápění a dohřev teplé vody. Předávací stanice bude jako doplňující zdroj k technologii využití odpadního tepla.

Při výpočtu spotřeby teplé vody pro navrhovaný stav, budou posouzeny stávající kapacity akumulace teplé vody a přezkoumán stávající způsob dvojfázového ohřevu teplé vody. Navrhují sjednotit ohřev teplé vody do jednoho místa a dohřev realizovat průtokově na výstupu z akumulačních zásobníků teplé vody umístěných v místnosti s technologií využití odpadního tepla. Tímto opatřením by byly vyřazeny akumulační zásobníky v kotelně. Zásoba teplé vody by se sice zmenšila o 1600 litrů, nicméně pro další provoz bude zbývající objem 9000 litrů dostačující. Tím bude eliminována spotřeba energie na pokrytí tepelných ztrát zásobníků v kotelně.

6.1.3 Technologie pro využití odpadního tepla:

Současný technický stav technologie využití odpadního tepla vnikajícího při provozu chladících kompresorů je dobrý a technologie je využitelná pro další provoz objektu.

Při posuzování stávajícího stavu technologie bych navrhoval několik úprav funkčního schématu:

- Jak již bylo popsáno výše je tepelná energie odebírána ve dvou stupních. Zapojení deskového výměníku (chladiče přehřátých par) prvního stupně je přes třicestný ventil, který je ovládaný dle potřeby odpadního tepla. V případě kdy je potřeba odpadního tepla je veškerá přehřátá pára směřována přes výměník a v případě kdy není teplo potřeba je přehřátá pára nasměrována přímo do chladicí věže. Dle konzultace s obsluhou zařízení je zřejmé, že toto směřování nefunguje dle

původního návrhu. Je nutné přezkoumání funkčnosti ovládání třícestného ventilu pro směrování přehřáté páry.

- Druhý stupeň odběru tepla také pomocí deskového výměníku připojeného dále na trase syté mokré páry. Deskový výměník je osazený pouze na odbočení z hlavního vedení, bez třícestného ventilu. Tak jak je výměník napojen na hlavní vedení není přes něj zabezpečen průtok a tudíž není předána dostupná odpadní energie. Jelikož má výměník poměrně velkou tlakovou ztrátu prochází médium snazší cestou tzn. přímo do chladicí věže. Odhaduji, že při současném zapojení je získáno ve druhé úrovni jen asi 10-20% dostupného odpadního tepla. Navrhuji tedy zapojení stávajícího výměníku do série s výměníkem první úrovně a tím donutit médium procházet přes výměník druhé úrovně. Tímto opatřením bude zajištěno maximální využití odpadního tepla.

Těmito opatřeními bude lépe využito potenciálu stávajících tepelných čerpadel. Vzhledem k tomu, že je v dokumentaci pro územní rozhodnutí uvažováno s přemístěním technologie chlazení, bude možné provést veškeré úpravy pro zvýšení efektivity systému využití odpadního tepla.

6.1.4 Rozvody vytápění a teplé vody:

Otopná soustava a rozvod teplé vody, vzhledem k rozsáhlosti plánovaných stavebních úprav, navrhuji provést nově. Stávající rozvody budou kompletně demontovány.

Návrhem nových rozvodů vytápění bude možné vyřešit efektivněji rozdělení otopné soustavy na jednotlivé samostatně ovládané úseky. Poté bude možné nastavit provozní režim dle konkrétního časového využití v průběhu dne respektive týdne. Počet okruhů vyplyne z počtu samostatných jednotek z rozdílnými požadavky na provoz. Otopná soustava bude teplovodní s otopnými tělesy umístěnými dle dispozice. V místnostech se zvýšenou vlhkostí budou použita tělesa s patřičnou odolností.

Rozvody teplé vody, vzhledem k rozsáhlosti objektu, budou opatřeny nucenou cirkulací. Pro zvýšení efektivity bude cirkulace rozdělena na dva samostatně ovládané okruhy, pro jednotlivé umývárny. Každá s umývárny je v jiné části objektu a bylo by nevhodné cirkulovat teplou vodu po celém objektu. Každý okruh bude mít možnost nastavit provoz v závislosti na čase. Navrhuji také osadit spouštěcí tlačítko do prostoru šaten, kdy po zmáčknutí bude spuštěna cirkulace s doběhem, což zajistí okamžitý odběr teplé vody.

Veškeré rozvody budou opatřeny tepelnou izolací tak, aby byly splněny požadavky vyhlášky č.193/2007 Sb.. Je nutné, aby byly tepelně izolovány také tvarovky a armatury na rozvodech.

6.1.5 Hygienická výměna vzduchu:

V objektu je několik samostatných jednotek, kde bude nutné zajistit výměnu vzduchu. Doporučuji navrhnout pro každou jednotku samostatnou soustavu vzduchotechniky. Vzduchotechnický systém bude rovnotlaký se zpětným získáváním tepla s účinností min. 60% dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.. Při návrhu je nutné dodržet všechny požadavky platné legislativy s důrazem na požadavky na hluk.

Při celkovém návrhu bude uvažováno s možným budoucím osazením vzduchotechniky pro hlavní prostor s ledovou plochou a tribunami.

6.1.6 Umělé osvětlení:

V upravovaných nebo nových prostorách navrhuji použití LED svítidel nebo klasických svítidel s LED žárovkami. Jedná se o pobytové prostory bez zvláštních požadavků na nasvícení. Pro prostory se zvláštními požadavky na osvětlení musí být zpracován návrh od specialisty na umělé osvětlení.

6.1.7 měření a regulace:

Měření spotřeb jednotlivých energií a energonositelů je řešeno centrálně formou fakturačních měřidel. Tento stav je sice dostačující pro běžný provoz, ale neskýtá komplexní přehled o spotřebách energie v jednotlivých technologických celcích.

V současnosti je osazeno kontrolní měření spotřeby elektrické energie pro systém využití odpadního tepla. K dispozici jsou i odečtové hodnoty množství získané energie z odpadního tepla a energie vyrobené tepelnými čerpadly. Po vyhodnocení tepelných zisků a spotřeby elektrické energie byly získány nesmyslné údaje. Je nutné přezkoumání těchto měřidel a případně dát do souladu s komplexním návrhem.

Zcela chybí údaje o spotřebě elektrické energie v systému chlazení. Tyto údaje jsou důležité pro získání komplexního přehledu. Navrhuji tedy osazení odečtového měřidla na přívodu elektrické energie pro technologii chlazení.

Dále je vhodné sledovat spotřebu elektrické energie v osvětlovací soustavě. V tomto případě je osvětlovací soustava velmi rozsáhlá a mohl by být problém osadit jen jedno měřidlo. Navrhuji tedy měřit

samostatně hlavní osvětlení ledové plochy, které tvoří největší instalovaný příkon. Další podružná měřidla dle samostatných jednotek.

Současný systém regulace otopné soustavy, zdrojů tepla a technologie využití odpadního tepla je řešen několika samostatnými komponenty. Ačkoliv byla snaha o vzájemné sladění jednotlivých systémů regulace, budova jako celek nefunguje efektivně a dle představ provozovatele.

Při celkovém návrhu je nutné nově vyřešit systém regulace a podřídit ho jednomu centrálnímu řízení. Tím bude docíleno vzájemné komunikaci mezi jednotlivými technologiemi a bude zvýšena efektivita provozu.

6.1.8 Technologie chlazení:

V dalším stupni dokumentace je nutné podrobit stávající kompresory detailnímu prozkoumání jejich technického stavu. V případě, že jejich technický stav nebude slučitelný s dalším bezproblémovým provozem v horizontu 6ti let, bude nutné navrhnout jejich výměnu. Stejný postup navrhuji uplatnit také u ostatních komponentů technologie chlazení (čerpadla chladiwa apod.).

6.2 Roční úspory energie v MWh po realizaci doporučeného návrhu:

Výše popsané navrhované opatření budou produkovat úsporu energie jak při vytápění tak při ohřevu teplé vody. V následující tabulce je vyčíslena přibližná úspora při aplikaci navrhovaných opatření.

Podíl spotřeby energie na ohřev teplé vody bez využití odpadního tepla je uvažován ve stávajícím stavu 30% a po navržených opatřeních 10%.

Spotřeba elektrické energie na chlazení je stanovena na základě odborného odhadu obsluhy o počtu motohodin jednotlivých kompresorů. Kompresory nemají samostatné měření spotřeby energie.

Úspora energie na vytápění po aplikaci energetické sanace obálky budovy je stanovena odborným odhadem na základě zkušeností s podobnými objekty.

Množství dodaného tepla a dodané elektrické energie z kogenerační jednotky je odhadnuta dle špičkové spotřeby energie. O využití kogenerační jednotky nejsou k dispozici konkrétní údaje.

Upravená energetická bilance pro posuzovaný návrh:

ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
1	Vstupy paliv a energie	4013,7	1114,93	-	3029,4	841,50	-
2	Změna zásob paliv	0	0	-	0	0	-
3	Spotřeba paliv a energie	4013,7	1114,93	-	3029,4	841,50	-
4	Prodej energie cizím	0	0	-	0	0	-
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	4013,7	1114,93	-	3029,4	841,50	-
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	0	-	0	0	-
7	Spotřeba energie na vytápění	875,8	234,29	-	322,6	89,60	-
8	Spotřeba energie na chlazení	2332,8	648,00	-	2332,8	648,00	-
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	594,0	165,00	-	226,8	63,00	-
10	Spotřeba energie na větrání	0	0	-	0	0	-
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	-	0	0	-
12	Spotřeba energie na osvětlení	211,1	58,64	-	147,2	40,90	-
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	0	0	-	0	0	-

Vyhodnocení:

Vypočtená spotřeba energií před realizací posuzovaného návrhu

1114,93 MWh

Vypočtená spotřeba energií po realizaci posuzovaného návrhu

841,50 MWh

Roční úspora spotřeby energií

273,43 MWh

Relativní úspora

24,5 %

6.3 Doplnující údaje a upozornění:

V tomto bodě jsou uvedeny postřehy a doporučení, které nemají přímou vazbu na snížení energetické náročnosti objektu.

- Stávající kogenerační jednotka byla doposud využívána jako možný náhradní zdroj elektrické energie v případě výpadku veřejné sítě nebo požáru v budově. Využití kogenerace jako náhradního zdroje elektrické energie naráží na problém, kdy v případě požáru musí být přerušen přívod plynu do budovy za pomoci havarijního ventilu na přívodu plynu. I po navrhované demontáži plynových kotlů, zůstává prostor s kogenerační jednotkou zařazený jako kotelná III. kategorie se všemi náležitostmi dle ČSN 07 0703. musí být tedy osazeno automatické odpojení přívodu plynu v případě požáru v budově. Možné řešení je třeba konzultovat se specialistou pro požárně bezpečnostní řešení stavby.
- Při návrhu je žádoucí řešit také vodní hospodářství v budově. Konkrétně mám na mysli potřebu vody pro výrobu ledu. V současnosti je přebytečný led po úpravě ledové plochy rozpouštěn a voda je odváděna do kanalizace. Doporučuji zvážit recyklaci rozpouštěné vody a její opětovné použití při výrobě ledu.

6.4 Závěrečný výrok:

Hlavní potenciál na úsporu energie je ve vytápění a ohřevu teplé vody. Nejvýrazněji se ve spotřebě energie projeví energetická sanace obálky budovy a změna zdroje tepla. Dále je značná úspora na vytápění a ohřev teplé vody způsobena lepším využitím odpadního tepla, avšak takovéto opatření způsobuje mírný nárůst spotřeby elektrické energie. Úsporu elektrické energie lze produkovat výměnou osvětlovací soustavy za použití LED technologie. Úsporu spotřeby elektrické energie pro technologii chlazení lze docílit pouze výměnou stávajících kompresorů za kompresory s lepší účinností.

Datum: 01/2017

Vypracoval: Ing. Michal Vondrák