

20. 10. 2023 | Autor: Ing. Martin Varga

Do programu byly doplněny funkce pro jednodušší postihnouti, resp. zadání zpětného využití odpadního tepla z chlazení upravovaného vnitřního prostředí (měsíční výpočty od verze 6.0.7, hodinové výpočty od verze 7.1.5).

Aktualizace 20.10.2023

V dřívějším [článku](#) jsme vysvětlili, jaké typy "odpadního" tepla rozeznáváme z hlediska způsobu zadání do programu ENERGETIKA a jakým způsobem je zahrnujeme do výpočtu z hlediska hodnocení ENB. V tomto článku se zaměříme na tepelný zisky - typ 1, které mohou způsobit potřebu chlazení vnitřních prostor. A tvoří tedy odpadní teplo ze systému chlazení vnitřního prostředí budovy.

Princip je následující:

U hodnoceného objektu zadáme systém chlazení včetně zdroje chladu. Po výpočtu dostaneme spotřebu energie na chlazení. Spotřeba energie na chlazení = potřeba chladu navýšená o účinnost emise a distribuce podělená průměrným chladicím faktorem zdroje chladu EER.

Využitelné odpadní teplo je součet nadlimitních tepelných zisků odebíraných z chlazeného vnitřního prostoru a příkonu zdroje chladu (zpravidla elektřina pro pohon kompresoru je absorbována ve formě tepla stlačovaným chladivem). Pro maximální efektivitu budovy z hlediska ENB je velmi žádoucí, aby co nejvíce tohoto odpadního tepla z chlazení bylo využito zase v budově pro jiná místa spotřeby vyžadující dodávku tepla.

Toto odpadní teplo lze využít jako tepelný zisk pro vytápění i přípravu teplé vody. U vytápění se nám to povede jen v přechodových obdobích, kdy třeba v jedné části budovy je třeba ještě vytápět a ve druhé již chladit (v rámci jedné zóny, u které během dne dochází ke střídání režimů z vytápění na chlazení a naopak, toto půjde v hodinovém kroku využít až po doplnění funkce akumulace do SW). Využití u přípravy TV je možné po celé období sezóny chlazení, pokud je současná potřeba TV.

Z hlediska zadání, pokud toto odpadní teplo chceme využít, je nutno jen zadat pro vytápěnou zónu, popř. systém přípravy TVsys od každého zdroje chladu tyto dva údaje:

- podíl využitelného tepla, které je pro dané místo využití vyčleněno $f_{C,rc}$ (%)
- účinnost využití odpadního tepla pro dané místo využití $n_{C,rc}$ (%)

Čili na formuláři zadání ZDROJE CHLADU je roleta dotazující se, zda chceme odpadní teplo využít:

Využití odváděného tepla ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí

Zpětně využívané odváděné teplo ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí budovy pro jiná místa spotřeby hodnocená v PENB

NE

Pokud odpadní teplo z chlazení vnitřního prostředí chceme využít, zvolíme v roletě ANO a vyplníme příslušné údaje:

Využití odváděného tepla ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí

Zpětně využíváno odváděné teplo ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí budovy pro jiná místa spotřeby hodnocená v PENB

Zahmout využitě odpadní teplo z chlazení vnitřního prostředí do energonositele.

Podíl využití odváděného tepla z chlazení $f_{C,rc}(\%)$ / účinnost využití odváděného tepla z chlazení $\eta_{C,rc}(\%)$

CHL-1

$f_{C,rc}(\%)$ / $\eta_{C,rc}(\%)$

Příprava TV

TVsys1 /

Vytápění

Zóna 1 /

Celkem

Při zadání je třeba dbát na to, aby součet podílů $f_{C,rc}$ přiřazených k jednotlivým místům využití byl součtově za všechny vytápěné zóny a systémy přípravy TVsys za každý zdroj chladu maximálně roven 100%. Pokud bude součet vyšší, je takové zadání nereálné a pole součtu je označeno červeně. To platí i pro jakýkoliv měsíc v roce, pokud tyto podíly v přilehlém modálním okně chceme zadávat zvlášť pro každý měsíc. Zkrátka nelze využít více odpadního tepla, než je k dispozici.

Hodnota účinnosti užití využitelného tepla $\eta_{C,rc}$, které je k dispozici pro dané místo se musí nacházet v teoretických mezích $<0;100>$ %. Hodnota 0% znamená, že vyhrazené využitelné odpadní teplo nemá vliv na snížení potřeby tepla v místě přiřazeného užití. 100% znamená, že vyhrazené využitelné odpadní teplo je využito pro snížení potřeby tepla v plné výši (samozřejmě zastropeno potřebou tepla přiřazeného místa využití). Tato hodnota představuje hodnotu s jakou účinností jsme schopni dopravit odpadní teplo z místa A jeho "vzniku" do místa B jeho užití. Čili je to ekvivalent celkové účinnosti emise a distribuce, který zadáváme například u vytápění.

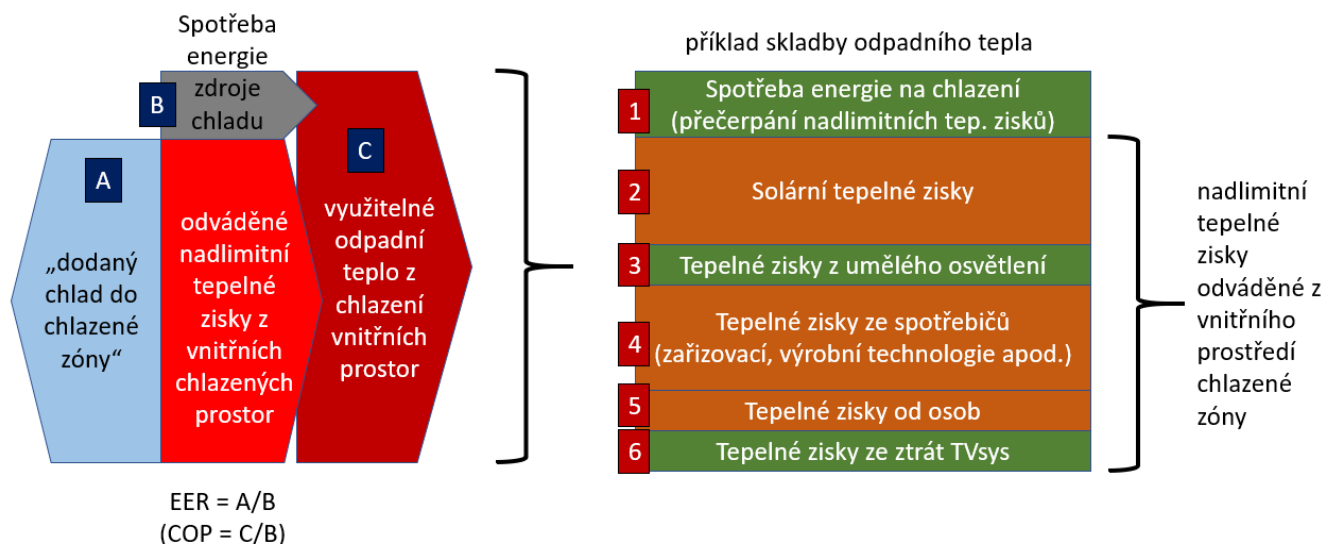
Výše uvedené zadání umožňuje jakoukoliv kombinaci zadání. Přiřazení využití odpadního tepla z jakéhokoliv zdroje chladu k jakémukoliv vytápěné zóně nebo systému přípravy TV a z jakéhokoliv podílu (musíme se však vždy držet teoretických mantinelů).

U HOD modulu není zatím k této funkci přidružena možnost akumulace tohoto odpadního tepla (u měsíčních modulů tuto funkci akumulace neřešíme - bilancuje se po měsíci = ničím neomezená maximální akumulace). U hodinového výpočtu se jeho využití porovnává vždy v každém výpočetním kroku (porovnává se aktuální produkce s aktuální potřebou). V některé z budoucích verzí HOD modulu bude možnost akumulace odpadního tepla doplněna. Absence akumulace z hlediska objemu využitého odpadního tepla může hodinový výpočet zatím handicapovat oproti měsíčnímu, který to využití bilancuje po měsících. Naopak měsíční bilancování využití odpadního tepla může podíl jeho využití nadsazovat oproti realitě (to je analogické jako třeba rozdíl v bilancování využití elektřiny z FVE pro hodinový a pro měsíční krok a vliv baterie na výsledky u hodinového kroku).

Způsob zohlednění odpadního tepla z chlazení vnitřního prostředí v celkové dodané energii:

Tady je to trochu složitější, ale nakonec jsme se přiklonili k tomu, že toto využitě odpadní teplo z chlazení vnitřního prostředí v plné výši zahrneme do dodané energie do budovy. Využitelné odpadní teplo z chlazení vnitřních prostor v sobě zahrnuje jak energii, která už je zahrnuta v jiných místech spotřeby (na obrázku níže zvýrazněna zeleně - spotřeba energie na chlazení 1, spotřeba energie na umělé osvětlení 3, ztráty TVsys 6), tak energii, která v celkové dodané energii zahrnuta není (na obrázku níže zvýrazněno okrovou barvou - vnitřní tepelné zisky od spotřebičů 4, od osob 5, solární tepelné zisky 2). Více podrobností o typech tepelných zisků je popsáno v [článku](#), na který bylo odkazováno již v úvodu (doporučujeme přečíst). Tato skladba různých tepelných "zisků" v odváděném teple ze systému chlazení se mění každý výpočetní krok včetně jejich vzájemných poměrů. Proto není možné využité odpadní teplo z chlazení vnitřních prostor pro účely započítání do celkové dodané energie dělit na to, co už v budově započítáno je v jiném místě spotřeby a na to, co ještě není. A jen toto započítat. A i kdybychom to udělali,

tak by vznikala další otázka. Jelikož ne vždy se využitě odpadní teplo bude rovnat přesně využitelnému odpadnímu teplu, tak v tom využitém odpadním teplu při dělení na již zahrnuté ve spotřebě a nezahrnuté ve spotřebě se máme držet poměrů těchto tepelných zisků v rámci celkového využitelného tepla nebo máme upřednostnit ty již zahrnuté nebo ty ještě nezahrnuté ve spotřebě? To jsou poměrně podrobné složitosti. Z tohoto důvodu byla dána přednost jednoduchosti a využitě odpadní teplo z chlazení vnitřních prostor je vždy plně započítáno do dodané energie u míst spotřeby, které jej využívají a tím pádem i do celkové dodané energie budovy. I s tím předpokladem, že zkrátka určitá část využitého odpadního tepla z chlazení vnitřního prostředí - většinou menší - může být do celkové dodané energie do budovy započítána 2x. Předpokládáme, že v 99% není při plnění požadavků na ENB problém s celkovou dodanou energií, ale s primární neobnovitelnou energií. Z toho důvodu je toto zjednodušení (alespoň za nás) akceptovatelné.



Poznámka: Tepelné ztráty kompresoru zdroje chladu (tj. mimo systém jímání odpadního tepla z chlazení) nejsou pro tento výpočet zohledněny (tj. celková dodaná energie na chlazení se plně uvažuje jako část celkového využitelného odpadního tepla, které lze získat ze systému chlazení).

Způsob zohlednění v primární energii:

Ve vyhlášce 264/2020 Sb. je uvedena tabulka energonositelů v příloze 3:

Ergonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie (-)
Zemní plyn	1,0
Tuhá fosilní paliva	1,0
Propan-butan/LPG	1,2
Topný olej	1,2
Elektřina	2,6
Dřevěné peletky	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	0
Elektřina - dodávka mimo budovu	-2,6
Teplo - dodávka mimo budovu	-1,3
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů energie	0,2
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s 80% a nižším podílem obnovitelných zdrojů energie	0,9
Ostatní soustavy zásobování tepelnou energií	1,3
Ostatní neuvedené energonositele	1,2
Odpadní teplo z technologie	0

Musíme ctít vyhlášku, a proto jediný možný energonositel, který připadá v úvahu pro tuto dodanou energii z odpadního tepla z chlazení vnitřních prostor je "odpadní teplo z technologie". V takovém případě je nutno mít volbu v této roletě v zadání u využití odpadního tepla z chlazení na "odpadní teplo z technologie". V PENB pak bude toto odpadní teplo z chlazení vnitřních prostor uvedeno v rámci jednoho energonositele spolu s využitým odpadním

teplem z výrobní technologie přímo jímaným (znovu zde již potřeby odkazujeme na přechozí [článek](#) o typech tepelných zisků z pohledu zadání do SW).

Využití odváděného tepla ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí

Zpětně využíváno odváděné teplo ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí budovy pro jiná místa spotřeby hodnocená v PENB

Zahmout využití odpadní teplo z chlazení vnitřního prostředí do energonositele:

ANO

Odpadní teplo z technologie

Pokud bychom však chtěli "vizuálně" oddělit toto odpadní teplo z chlazení vnitřních prostor od odpadního tepla z výrobní technologie přímo jímané, lze v roletě zvolit energonositel "odpadní teplo z chlazení vnitřních prostor". Tento energonositel má stejný faktor primární energie jako energonositel odpadní teplo z technologie (tedy 0), ale je veden v protokolech zvlášť a má i v koláčovém grafu energonositelů vlastní barvu.

Využití odváděného tepla ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí

Zpětně využíváno odváděné teplo ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí budovy pro jiná místa spotřeby hodnocená v PENB

Zahmout využití odpadní teplo z chlazení vnitřního prostředí do energonositele:

ANO

Odpadní teplo z chlazení vnitřního

Přednastavené barvy u předdefinovaných energonositelů (jejich barvy nelze změnit)		
1		Elektřina dodávka mimo budovu
2		zemní plyn
3		tuhé fosilní palivo (koks)
4		propan butan/LPG (BP)
5		topný olej (lehký)
6		topný olej (mazut)
7		dřevěné peletky
8		sláma
9		elektřina
10		ostatní energonositelé
11		účinná SZTE – OZE≤80%
12		energie okolního prostředí (pro exportovanou energii mimo budovu)
13		odpadní teplo z chlazení vnitřních prostor
14		energie okolního prostředí
15		tuhé fosilní palivo (černé uhlí)
16		tuhé fosilní palivo (hnědé uhlí)
17		propan butan/LPG (LPG)
18		topný olej (těžký)
19		topný olej (nafta)
20		kusové dřevo, dřevní štěpka
21		bioplyn
22		odpadní teplo z technologie
23		účinná SZTE – OZE>80%
24		ostatní SZTE
25		teplo - dodávka mimo budovu

Praktický příklad:

U RD je zadáno i chlazení (je uvedeno v PD). Nejprve výsledky, kdy odpadní teplo z chlazení vnitřních prostor není využíváno pro přípravu TV.

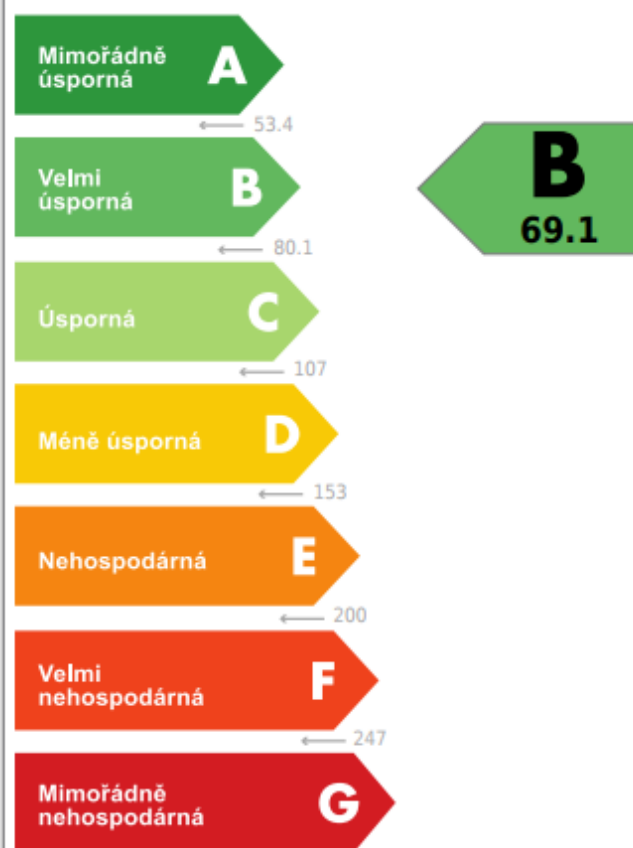
Využití odváděného tepla ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí

Zpětně využíváno odváděné teplo ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí budovy pro jiná místa spotřeby hodnocená v PENB

NE

KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m²·rok)



Požadavky pro výstavbu
nové budovy od 1.1.2022

NEJSOU splněny

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

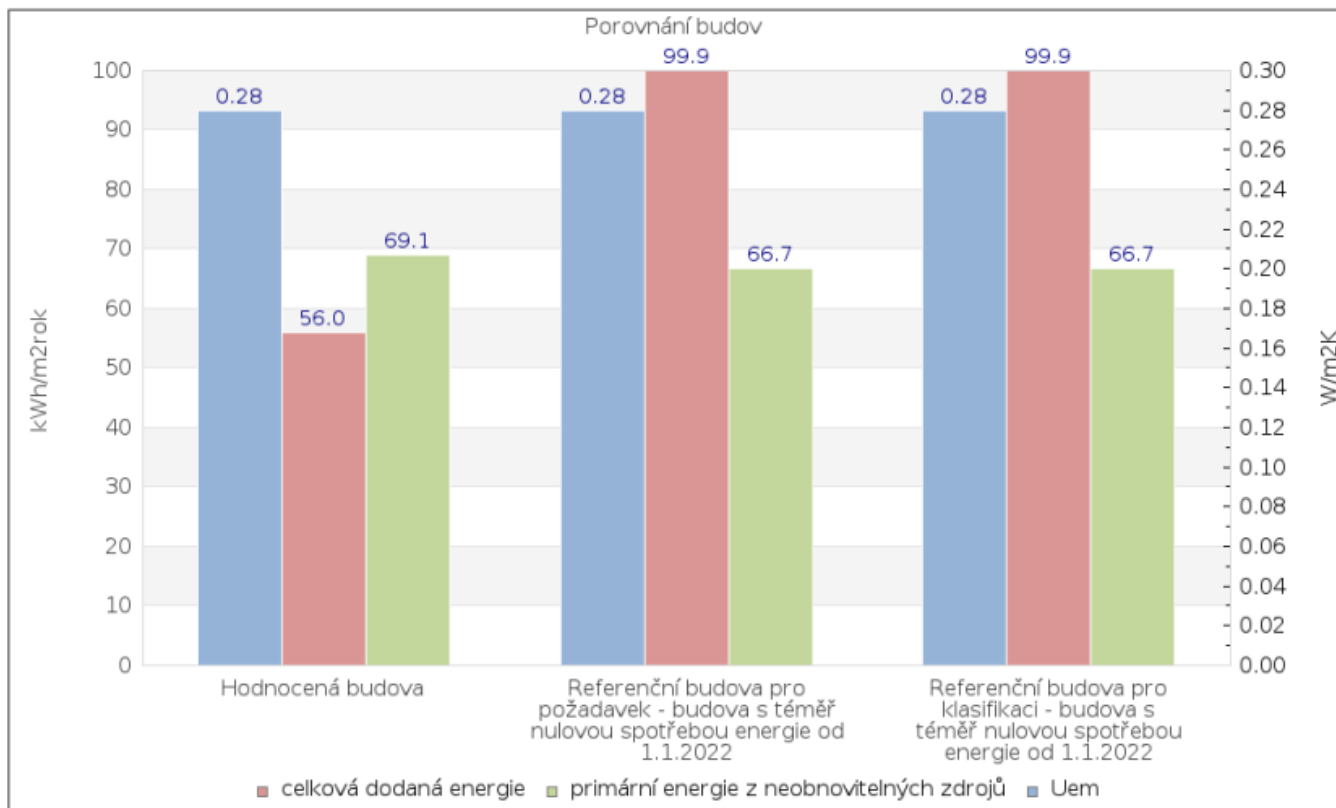
MWh/rok

■ zemní plyn: 9.2
■ elektřina: 1.6



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.28 W/(m²·K)	C
	Měrná potřeba tepla na vytápění	28.3 kWh/(m²·rok)	
Celková dodaná energie		56.0 kWh/(m²·rok)	A
	Vytápění	33.3 kWh/(m²·rok)	A
	Chlazení	2.80 kWh/(m²·rok)	-
	Nucené větrání	2.45 kWh/(m²·rok)	C
	Úprava vlhkosti	-	-
	Příprava teplé vody	15.1 kWh/(m²·rok)	C
	Osvětlení	2.45 kWh/(m²·rok)	B



Ten samý objekt, kde bylo zadáno využití odpadního tepla z chlazení pro přípravu TV s těmito hodnotami $f_{C,rc}$ a $n_{C,rc}$. Níže případ, kdy je toto využití odpadní tepla z chlazení zahrnuto do energonositele "odpadní tepla z technologie"

Využití odváděného tepla ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí

Zpětně využíváno odváděné teplo ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí budovy pro jiná místa spotřeby hodnocená v PENB ANO

Zahrnout využití odpadní tepla z chlazení vnitřního prostředí do energonositele: Odpadní teplo z technologie

Podíl využití odváděného tepla z chlazení $f_{C,rc}(\%)$ / účinnost využití odváděného tepla z chlazení $\eta_{C,rc}(\%)$ i

CHL-1

$f_{C,rc}(\%)$ / $\eta_{C,rc}(\%)$

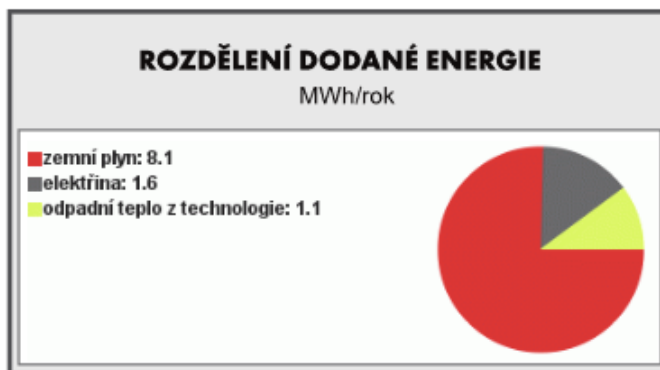
Příprava TV

TVsys1 100 ✎ / 90 ✎

Vytápění

Zóna 1 0 ✎ / 0 ✎

Celkem 100 ✎



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.28 W/(m²·K)	C
	Měrná potřeba tepla na vytápění	28.3 kWh/(m²·rok)	
Celková dodaná energie		56.2 kWh/(m²·rok)	A
	Vytápění	33.3 kWh/(m²·rok)	A
	Chlazení	2.80 kWh/(m²·rok)	-
	Nucené větrání	2.45 kWh/(m²·rok)	C
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	15.2 kWh/(m²·rok)	C
	Osvětlení	2.45 kWh/(m²·rok)	B

Pokud bychom toto využití odpadní teplo z chlazení zahrnuly do energonositele "odpadní teplo z chlazení vnitřního prostředí", tak by výsledky byly úplně stejné, jen by se v protokolech objevil tento energonositel a využití odpadní teplo by mělo v koláčovém grafu jinou barvu.

Využití odváděného tepla ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí

Zpětně využíváno odváděné teplo ze systému chlazení pro zajištění vnitřního prostředí budovy pro jiná místa spotřeby hodnocené v PENB

ANO

Zahmout využití odpadní teplo z chlazení vnitřního prostředí do energonositele:

Odpadní teplo z chlazení vnitřního

Podíl využití odváděného tepla z chlazení $f_{C,rd}(\%)$ / účinnost využití odváděného tepla z chlazení $\eta_{C,rd}(\%)$ 

CHL-1

$f_{C,rd}(\%) / \eta_{C,rd}(\%)$

Příprava TV

TVsys1 100  / 90 

Vytápění

Zóna 1 0  / 0 

Celkem

100 

KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m²·rok)

Mimořádně
úsporná

A

← 53.4

Velmi
úsporná

B

← 80.1

B
63.5

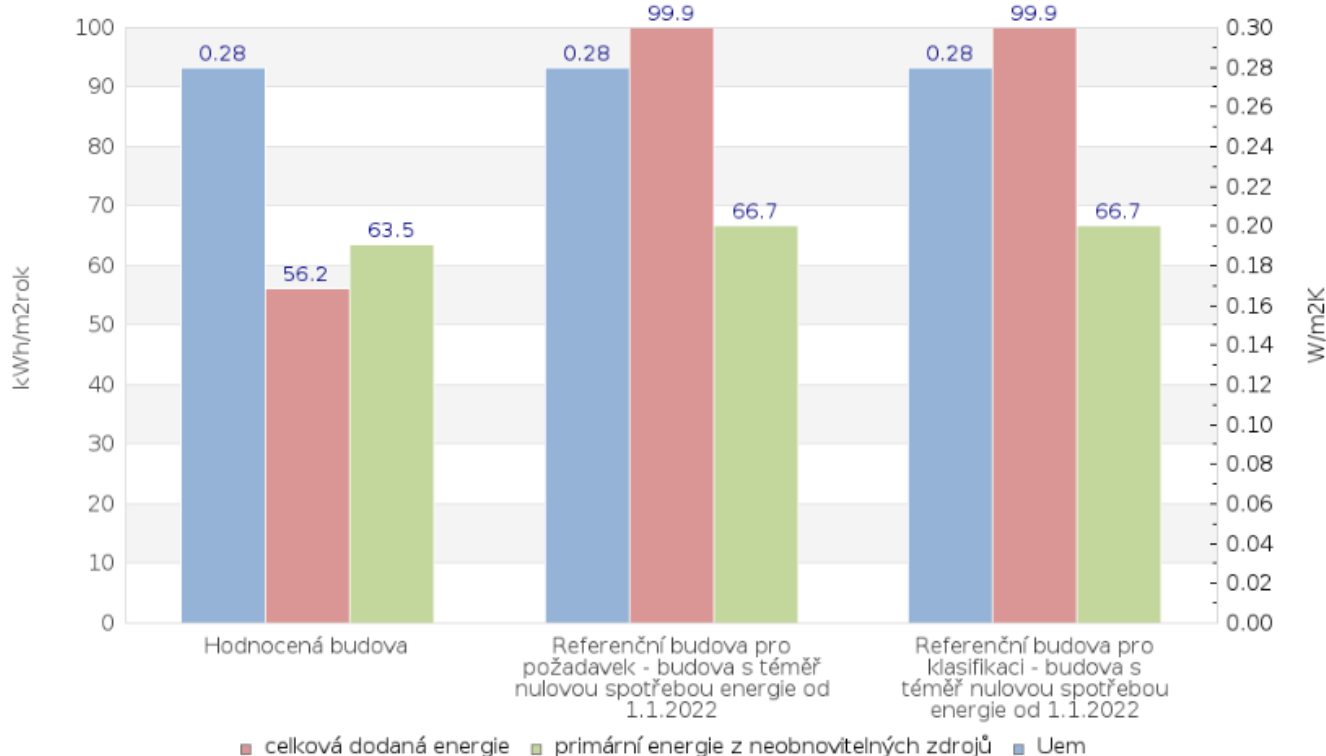
ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ zemní plyn: 8.1
■ elektřina: 1.6
■ odpadní teplo z chlazení vnitřních prostor: 1.1



Porovnání budov



V obou případech (bez využití a s využitím odpadního tepla ze systému chlazení vnitřního prostředí) zůstává

referenční budova stejná. U ní je totiž předepsáno, že využití odpadního tepla ze systému chlazení je nula. Čili tato funkce, resp. princip umožňuje další způsob, jak se vymezit vůči referenční budově pro dosažení splnění požadavků ENB.

Pozornější čtenáři si všimnou, že u stavu s využitím odpadního tepla z chlazení vnitřního prostředí došlo oproti stavu bez využití tohoto odpadního tepla k nárůstu dodané energie u TV a tím i k nárůstu celkové dodané energie do budovy. V tomto případě je to kvůli tomu, že zdrojem tepla pro přípravu TV je plynový kondenzační kotel se sezónní účinností 103% vztažené k výhřevnosti (ostatně viz tabulka níže, kde z pohledu výhřevnosti jsou tepelné ztráty kondenzačního zdroje tepla se sezónní účinností nad 100% záporné). Jelikož odpadní teplo z chlazení v tomto případě pokrylo cca 37% potřeby energie pro TVsys, znamená to, že tuto část nemusí pokrývat zadaný zdroj tepla přiřazený k TVsys. A tedy se za tuto část dodávky tepla nezapočítávají tepelné ztráty vlivem účinnosti zdroje tepla. V tomto případě se tedy odečítá méně "záporných" tepelných ztrát od kondenzačního zdroje. V případech, kdy je sezónní účinnost zdroje < 100%, dojde vždy i k úspoře na dodané energii.

V tomto názorném příkladu opatření (využití odpadního tepla z chlazení vnitřního prostředí) zrovna zapříčinilo splnění požadavků ENB z výchozího nevyhovujícího stavu. Jinak vždy záleží na výchozím stavu, ze kterého a kam může toto opatření objekt posunout z hlediska hodnocení ENB. V praxi samozřejmě bychom museli takové opatření u každého objektu posoudit ekonomicky, zda-li se vyplatí zvýšená investice do takového opatření za předpokládanou dobu životnosti. A tedy jej doporučit pro zapracování do PD nebo volit jiné cesty ke snížení ENB hodnocené budovy.

V protokolu mezivýsledků najdeme podrobnější údaje včetně tabulek a grafů (zatím dostupné jen u měsíčních výpočtů). Také je třeba mít na paměti, že vliv využití odpadního tepla ze systému chlazení vnitřního prostředí je poplatný bilancování energií dle zvoleného kroku výpočtu (podrobněji vysvětleno již výše). A to včetně výpočtu samotné produkce odpadního tepla ze systému chlazení.

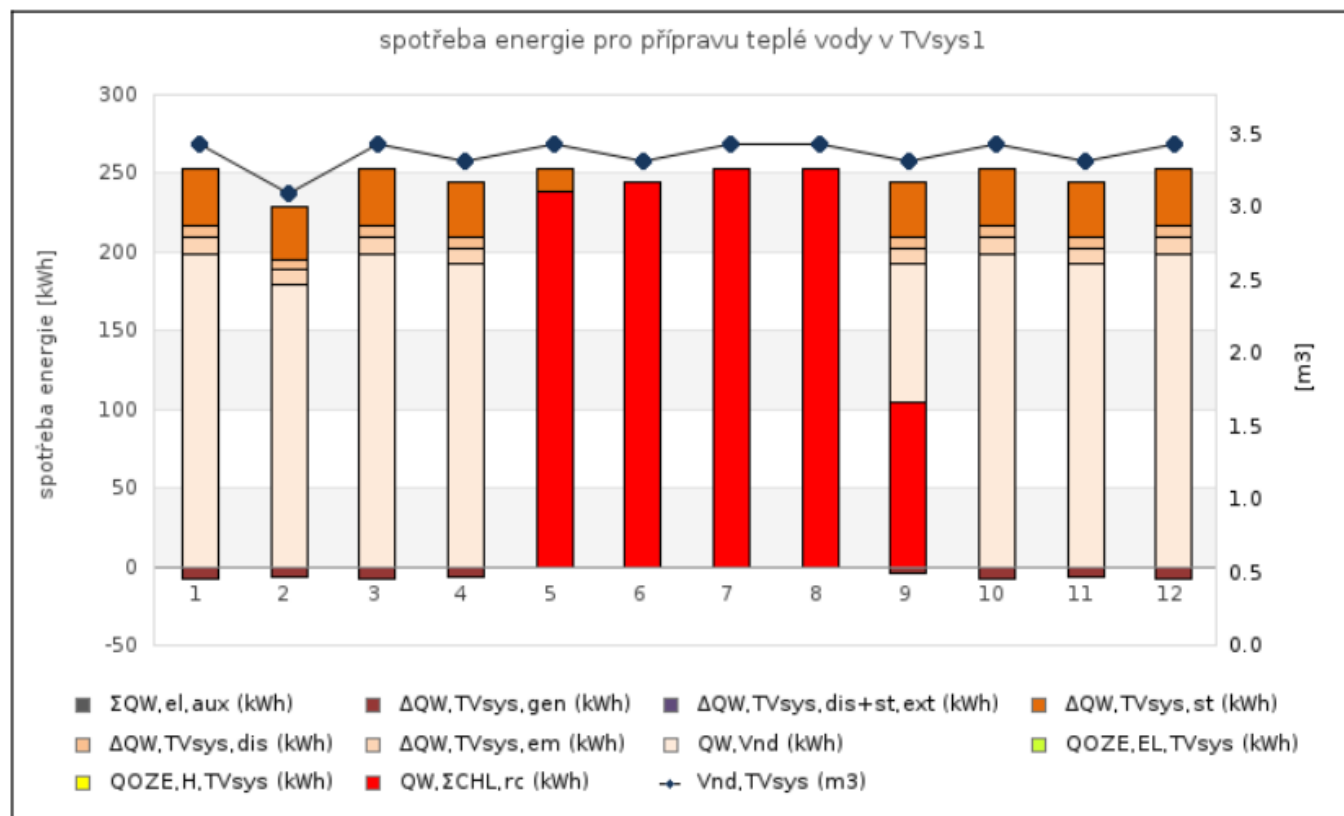
SPOTŘEBA ENERGIE NA PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY													
měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMA
$V_{nd,TVsys1}$ (m ³)	3,4	3,1	3,4	3,3	3,4	3,3	3,4	3,4	3,3	3,4	3,3	3,4	40,3
$Q_{W,Vnd,TVsys1}$ (kWh)	199	180	199	192	199	192	199	199	192	199	192	199	2 342
$\Delta Q_{W,em,TVsys1}$ (kWh)	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	123
$\Delta Q_{W,dis,TVsys1}$ (kWh)	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	82
$\Delta Q_{W,st,TVsys1}$ (kWh)	37	33	37	36	37	36	37	37	36	37	36	37	433
$Q_{W,nd,TVsys1}$ (kWh)	253	229	253	245	253	245	253	253	245	253	245	253	2 979
$\Delta Q_{W,dis+st,TVsys1}$ (kWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\Delta Q_{W,gen,TVsys1}$ (kWh)	-7	-7	-7	-7	-0	0	0	0	-4	-7	-7	-7	-55
$Q_{W,CHL1,rc}$ (kWh)	0	0	0	0	239	245	253	253	104	0	0	0	1 094
$asdQ_{CHL1,rc}$ (kWh)	0	0	0	0	265	461	610	645	116	0	0	0	2 096
$q_{CHL1,rc}$ (%)	0	0	0	0	90	53	42	39	90	0	0	0	52
$f_{CHL1,rc}$ (%)	0	0	0	0	94	100	100	100	43	0	0	0	37
$Q_{OZE=CHL1,rc,TVsys1}$ (kWh)	0	0	0	0	239	245	253	253	104	0	0	0	1 094
Q_{TVsys1} (kWh)	246	222	246	238	253	245	253	253	241	246	238	246	2 924

Tabulka dává tyto informace ohledně využití odpadního tepla ze systému chlazení:

Celkové dostupné využitelné teplo ze systému chlazení od tohoto zdroje chladu CHL1 je 2 096 kWh/rok. Využito bylo odpadní teplo ve výši 1 094 kWh/rok = úspora primární energie, kterou by jinak musel krýt zadaný zdroj tepla přiřazený k TVsys. Průměrný roční podíl pokrytí potřeby tepla pro TVsys odpadním teplem z chlazení je 37% (z toho v letních měsících plně - pozn.: SW pro hodnocení ENB obecně řeší pouze bilancování objemu energií, neřeší jejich kvalitativní stránku, tedy teplotní gradienty, které by jinak reálně do podílu využití zajisté také promlouvaly). Průměrný podíl využitého ku využitelnému teplem z tohoto zdroje chladu CHL1 je 52% (tzn., že 48% z dostupného odpadního tepla z chlazení vnitřního prostředí jsme nedokázali využít a bude zmařeno bez užítu zpravidla ve vnějším prostředí - vzduchu)

Nutno poznamenat, že výši využitelného tepla dostupného pro daný TVsys nebo vytápěnou zónu určuje samozřejmě jednak výše potřebného odváděného tepla daným zdrojem chladu a jednak zadaný podíl $f_{C,rc}$ pro

dané místo upotřebení zadany zpracovatelem hodnocení. A zadaná účinnost využití nC,rc.



3) Záporná tepelná ztráta je uváděna u kondenzačních zdrojů tepla,

mají-li zadánu průměrnou sezónní účinnost nad 100%. V podstatě se jedná o využitou energii ochlazených (zkondenzovaných) vodních par ve spalínách. Využití této energie tvoří rozdíl mezi spalným a výhřevným teplem obsaženým v palivu, které standardně uvažujeme za objem vázané energie v palivu, tedy 100%.

<https://deksoft.eu:80/technicke-forum/technicka-knihovna/story-181>