

POTREBA PO TOPLOTI - ANNEX

Annex za D.T2.2. Priročnik za načrtovanje
malih sistemov daljinskega ogrevanja

Verzija 1
07 2020





VSEBINA

1. Uvod.....	2
1.1. Heat demand estimation using existing free-available GIS-tools.....	2
Pan-Europski Termalni Atlas 4 (Peta4)	2
THERMOS	2
Hotmaps	3
1.2. Estimation of the yearly heat demand based on the building category	3
1.3. Estimation of the yearly heat demand using the Heating Degree Day (HDD) measurements	4
Heating Degree Day (HDD) definition	4
Izračun potrebe po toploti s pomočjo HDD	5
Use of overall heat loss coefficient UA	5
Extrapolation of the heat demand.....	5
1.4. Estimation of the heat demand for domestic hot water (DHW)	6
Seznam literature.....	6



1. Uvod

Sledeči dokument je povzetek, ki podrobno vpisuje relevantne vire podatkov (orodja, baze podatkov) in preproste metode ocenjevanja letnih potreb, za ogrevanje stavb. Dokument na kratko opisuje tudi GSI orodja in katere podatke je mogoče z lahka dobiti (glej poglavje 1.1). V dokumentu je predstavljena baza podatkov o vrednosti letnih potreb po toploti, ki temeljijo predvsem na tipologiji stavb, in letu gradnje (glej poglavje 1.2), enostavne metode izračuna, ki so bazirane na podlagi meritev stopnje ogrevanja (HDD) (glej poglavje 1.3) in povzetek vrednosti za toploto in sanitarno vodo iz različnih virov podatkov, ki so bile predlagane glej poglavje (1.4).

1.1. Ocena potrebe po toploti na osnovi obstoječih GIS orodij

Pan-Europski Termalni Atlas 4 (Peta4)

Panevropski toplotni atlas 4 je spletni zemljevid, izdelan v okviru Heat Roadmap Europe 4 (HRE4). Glavni cilj atlasa je kartiranje ustreznih informacij, ki so primerne za trg "heat and cold market" ('Pan-European Thermal Atlas 4.4', n.d.). Atlas vključuje podatke in informacije o potrebah ogrevanja in hlajenja, ter potencialu presežnih in obnovljivih virov toplote v 14 evropskih držav. Med njimi so; Italija, Poljska, Nemčija in Avstrija. Širok opis o uporabi, metodologiji, medpostavkah, podatkih in orodjih, je zbran in zapisan v (Persson Moller in Wiechers, 2015).

Povpraševanja po ogrevanju so na voljo v razmerju z hektarjem ločljivosti omrežja. Specifičnih vrednosti celičnih crednot ni mogoče prebrati, rezultati so prikazani v štirih intervalih: < 50 TJ/km², 50 - 120 TJ/km², 120 - 300 TJ/km² and > 300 TJ/km². Upoštevati je treba, da je 1 TJ/km² približno 277,8 kWh/m². Ključne lastnosti, kratek opis, dodatne informacij in njihovi primeri uporabe so na voljo v PETA4 ter (Persson, Möller, Wiechers, & Rothballer, 2015).

THERMOS

THERMOS je brezplačna odprtokodna programska oprema, katere cilj je priskrbeti lokalne oblasti z address-level za optimalno zasnovo novih ali razširitev sistemov daljinskega ogrevanja. Glavna aplikacija je bazirana na predhodnji zasnovi sistema daljinskega ogrevanja, programska oprema vključuje tudi podatke o potrebi po toploti, ki temelji na ravni stavbe in jo je mogoče uporabljati za prepoznavanje območij z visoko gostoto. Podatki o uporabi toplote temeljijo na vseh sledecih informacijah: tridimenzionalna oblika/velikost stavbe, notranje temperature stavbe in zunanja temperature zraka, toplotna učinkovitost stavbe in drugi primerjalni modeli (npr. Povpraševanje po ogrevanju vode). Podrobnejše informacije najdete v (*Accelerating the development of low-carbon heating & cooling networks. Capacity Building and Train-the-trainer programme Module 2: Energy System Mapping and Modelling with THERMOS*, n.d.).

It is important to mention, that the main use of the tool is to assist in the design of an optimal district heating system. For that purpose, the heating demand values at a building level can be overwritten with more detailed data, when available. Based on the defined ecological, economic and technical boundary conditions the tool can calculate an optimal district heating system for the selected area.

Hotmaps

Projekt Hotmaps je zabeležil svoj začetek oktobra 2016 in bo potekal še nadaljna štiri leta ('Hotmaps project', n.d.). Glavni cilj projekta Hotmaps je razvoj odprtokodne zbirke orodij za kartiranje in načrtovanje ogrevanja/hlajenja ter zagotavljanje informacij in podatkov na nacionalni in lokalni ravni za EU28. Orodje Hotmaps je že na voljo in vsebuje različne ločljivosti. ('Hotmaps toolbox', n.d.). Orodje je možno uporabljati pri različnih površinah (npr. Hektarske celice ali regije) in pridobitev rezultatov (npr. Letna potreba po toploti, gostota toplote). Pomoč orodja ponuja uporabno funkcijo, s katero lahko selekcioniramo določeno območje (e.g. hectare cells or region) in preprosto pridobimo skupek rezultatov za določeno območje (e.g. yearly heat demand, heat densities).

1.2. Ocena letne potrebe po toploti na podlagi energetske kategorizacije stavb

Porabo toplote v stavbi je mogoče oceniti na podlagi brezplčnih informacij (npr. V emljiški knjigi), kot na leto izgradnje in tipologija stavbe. Obstajata dva ustrezna EU projekta, TABULA in nadaljnji project EPISCOPE. Iz obeh projektov je mogoče pridobiti vrednosti uporabe toplote za različne razrede stavb ('IEE Project EPISCOPE episcopes', ND; 'IEE Project TABULA', nd). Navedeni projekti so pripomogli k razvijanju tipologije stanovanjskih stavb v trinajstih evropskih državah. Vsaka nacionalna tipologija je sestavljena iz klasifikacijske sheme, ki združuje stavbe glede na njihovo velikost, starost in nadaljnje parameter.

Po sezonski metodi (EN ISO 13790) so bile izračunane potrebe po energiji za ogrevanje prostorov in pripravo sanitarne vode za vsako od the tipologij stavb. Za več informacij o uporabljenih metodah glejte (Loga&Diefenach, 2013). Zaradi pomanjkanja informacij o dejanskih pogojih uporabe in natančnih toplotnih lastnostih obstoječih stavb, lahko pričakujemo odstopanja med dobljenimi rezultati z modelom in izmerjeno porabo. Kljub temu lahko project TABULA skupaj s podatki iz zemljiške knjige označi porabo energije na določenem območju. Posamezne vrednosti toplote lahko dobite neposredno na spletnem orodju ali v Excelovem zvezku 'TABULA.xls' (prosto dostopen na zahtevo). Vzorčna podskupina rezultatov orodja je prikazana v tabeli 1. Poraba toplote za toplo sanitarno vodo (PTV) pa ni vključena v tabelo 1.

Tabela 1: Podmnožica rezultata specifične potrebe po toploti za ogrevanje v kWh/(a.m²) iz ('TABULA WebTool', n.d.). Tabela se nanaša na različno razredne stavbe in obdobja gradbenih let v Sloveniji. Rezultati prilagojenega irračuna (7pričakovana izmerjena poraba') za neobnovljene stavbe. Podatki so bili pridobljeni julija 2019.

Leto konstrukcije	Vrsta stavbe			
	Enodružinska hiša (SFH)	Hiša s teraso (TH)	Večdružinska hiša (MFH)	Blok s stanovanji (AB)
... 1945	245,1	91,4	122,4	140,6
1945 ... 1970	117,9	100,8	105,5	141,8
1970 ... 1980	93,7	86,4	112,6	117
1981 ... 2001	92	75,1	100,6	101
2001 ... 2008	58,9	74,5	78,2	48,3
2009 ...	77	72,7	52,2	57,1

1.3. Ocena potrebe po toplati na osnovi stopinjskih(HDD) dni

S pomočjo zelo preprostih metod lahko meritve ogrevalnih dni uporabimo za oceno letne potrebe po toploti. V to poglavje smo vključili kratek opis definicije HDD in dve preprosti metodi za ocenitev letne potrebe po toploti.

Stopinjski dnevi (HDD) definicija

V primeru, ko se povprečna dnevna temperatura zunanjega zraka spusti pod določeno mejno vrednost T_{th} (to be defined), se pojavi potreba po ogrevanju.

HDD je pogosto izračunan kot vsota razlike med dnevno povprečno temperature zunanjega zraka T_m^i in referenčno temperature T_{ref} , (glej enačbo št.3 in 4). Dnevno povprečje lahko izračunamo iz urnih temperature. Nadaljnje metode za izračun diplmskih dni (DD) najdete v (Mourshed, 2012).

$HDD = \sum_{i=1}^{n=365} \Delta T^i$	Equation 1
$\Delta T^i = \begin{cases} T_{ref} - T_m^i & \text{for } T_m^i \leq T_{th} \\ 0 & \text{for } T_m^i > T_{th} \end{cases}$	Equation 2

HDD je mogoče izračunati z uporabo lokalnih vremenskih podatkov in nastavitvijo referenčne in mejne temperature. Za prvi približek, lahko uporabimo vrednost trdega diska iz ('Eurostat database', n.d.).

Mesečne in letne vrednosti trdega diska so na nacionalni ravni izračunane z uporabo $T_{ref} = 18\text{ °C}$ and $T_{th} = 15\text{ °C}$. Lokalne regije izračunavajo po postopku, ki je naveden v ('COMMISSION REGULATION (EC) No 105/2007', 2007). Podmnožica letnih in mesečnih vrednosti trdega diska za več ciljnih držav projekta ENTRAIN je povzeta v tabeli 4 in 5.

Table 2: Yearly HDD of several EU countries for different years and averages. Data retrieved from ('Eurostat database', n.d.). HDD Calculated for $T_{ref} = 18\text{ °C}$ and $T_{th} = 15\text{ °C}$.

Država		Leto										Average 2009 - 2018
Koda	Ime	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	
AT	Austria	3.196	3.503	3.419	3.322	3.125	3.640	3.547	3.394	3.907	3.511	3.456
DE	Germany	2.776	2.964	3.005	2.909	2.661	3.288	3.130	2.872	3.630	3.081	3.032
HR	Croatia	2.148	2.331	2.273	2.250	1.894	2.301	2.364	2.370	2.529	2.279	2.274
IT	Italy	1.754	1.878	1.762	1.810	1.635	1.940	1.954	1.864	2.070	1.942	1.861
PL	Poland	3.125	3.290	3.286	3.113	3.095	3.504	3.550	3.315	3.920	3.449	3.365
SI	Slovenia	2.584	2.833	2.757	2.700	2.342	2.867	2.833	2.821	3.135	2.779	2.765

Table 3: Monthly HDD of several EU countries for 2018. Data retrieved from ('Eurostat database', n.d.). HDD Calculated for $T_{ref} = 18\text{ °C}$ and $T_{th} = 15\text{ °C}$.

Država		Mesec											
Code	Name	Dec	Nov	Oct	Sep	Aug	Jul	Jun	May	Apr	Mar	Feb	Jan
AT	Austria	543	392	219	88	24	20	47	88	164	504	593	515



DE	Germany	433	371	200	73	11	3	22	63	150	470	543	435
HR	Croatia	447	264	96	38	2	0	6	12	70	376	465	371
IT	Italy	344	188	57	16	5	4	10	39	97	298	371	325
PL	Poland	513	400	225	71	6	10	29	53	144	548	594	531
SI	Slovenia	506	316	147	51	7	0	6	27	106	443	530	444

Izračun potrebe po toploti s pomočjo HDD

Povpraševanje za ogrevanje v MWh/ lahko izračunamo z dvema različnima postopkoma, "Uporaba celotnega koeficienta toplotnih izgub UA" in "Ekstrapolacija potrebe toplote". V obeh primerih naj bi bila potreba po ogrevanju sorazmerna z HDD.

Use of overall heat loss coefficient UA

Kot je že omenjeno v (Kalogirou, 2014), je povpraševanje po ogrevanju v MWh/a lahko izračunano z enačbo št.5. Skupni koeficient toplotne izgube UA v W/K v večini predstavlja infiltracijo zraka in izgubo prenosa toplote skozi ovoj stavbe. Upoštevati pa je potrebno, da metoda ne upošteva notranjih toplotnih dobitkov in dinamičnih lastnosti stavbe, toplotne kapacitete se ne upoštevajo.

$$\text{Heating demand} = \frac{86.400}{2,7e^{10}} \cdot UA \cdot HDD$$

Enačba 3

Vrednost UA se lahko določi in oceni na podlagi gradbenih podatkov, ko smo že seznanjeni s podrobnostmi geometrije ovojnice in gradbenih materialov. **or derived from the installed heating capacity Q_{inst}**
Domnevamo lahko, da so ogrevalni sistemi v skladu z enačbo št. 6 prilagojeni določenim temperaturam notranjega in zunanjega zraka.

$$UA = \frac{Q_{inst}}{(T_{indoor} - T_{outdoor})}$$

Enačba 4

Extrapolation of the heat demand

HDD se lahko uporabi kot normalizator porabe toplote v stavbi (kot je prikazano v enačbi 7.)

$$\text{Heating demand}_{normalized} = \frac{\text{Heating demand}}{HDD}$$

Enačba 5

Normalizirana poraba toplote, se običajno uporablja za primerjavo toplotne porabe med stavbami v različnih regijah in letih (enačba št. 7). S pomočjo enačbe št. 8 se lahko normalizirana potreba po toploti, uporabi tudi za ekstrapolacijo toplotne potrebe izbrane stavbe (ali skupine stavb) za druge lokacije.

Že znane potrebe podobnih stavb drugih regij lahko tako normaliziramo in ekstrapoliramo na novo lokacijo. Dana metoda je lahko koristna, primeru, ko ni na voljo nobenih informacij o porabi toplote stavb v regiji.

$$\text{Heating demand}_{\text{new location}} = HDD_{\text{new location}} \cdot \text{Heating demand}_{\text{normalized}}$$

Enačba 6

1.4. Estimation of the heat demand for domestic hot water (DHW)

Na podlagi več kot 2 milijona računovodsko izmerjenih podatkov, vprašalnikov, literature ter podatkoviz specializirane programske opreme co2online, bi lahko natančno ocenili potrebo po toploti, ki je namenjena pripravi tople vode v projektu “Nutzenergiebedarf für Warmwasser in Wohngebäuden” (Offermann et al., 2017). Podjetje Techem in Brunata ocenjuje potrebo energije za toplo vodo v večdružinski hiši na koristno površino med 9 in 13 kWh/ (a.m²). Na podlagi podatkov podjetja Ista, je povprečna poraba vode 11,1/kWh/ (a.m²) in 10 kWh/ (a.m²). S pomočjo spletne ankete izbranih 331 podatkovnih nizov enodružinskih hiš, je bilo povprečje povpraševanja po toplotni void za toplo vodo izračunano na 9,2/ (a.m²).

Uporaba enačbe št. 9 je predlagana podlagi povprečnih vrednosti analiziranih podatkov, (Offermann et al., 2017). Enačba št. 9 se uporablja za oceno potrebe toplote za sanitarno vodo na tlorisno površino E_{DHW} in kWh/ (a.m²). \bar{A} predstavlja srednjo vrednost uporabo tlorisne površine bivalnih enot stavb.

$$E_{DHW} = (15 - (\bar{A} \cdot 0,04))$$

Equation 7

Najnižja meja potrebe toplote za gospodinjstvo je nastavljena na 7 kWh/ (a.m²). Vrednosti dobljene z enačbo št. 9 se gibljejo med 7 in 15 kWh/ (a.m²). Podobno kot v (‘TABULA WebTool’, n.d.), je 10 kWh/ a.m² dobljeno za enodružinske hiše in 15 kWh/ (a.m²) za vrstne hiše ter stanovanjske bloke. Vrednost pa je vedno manjša od predlagane vrednosti v (Good et al., 2008) 20 kWh/ (a.m²).

Seznam literature

Accelerating the development of low-carbon heating & cooling networks. Capacity Building and Train-the-trainer programme Module 2: Energy System Mapping and Modelling with THERMOS. (n.d.).

COMMISSION REGULATION (EC) No 105/2007. (2007). *Official Journal of the European Union*, 1-37. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0105&from=EN>

Eurostat database. (n.d.). https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/product?code=nrg_chdd_a

Good, J., Biedermann, F., Bühler, R., Bunk, H., Rudolf Gabathuler, H., Hammerschmid, A., ... Rakos, C. (2008). *QM-Planungshandbuch*. (C. A. R. M. E. . e. V. Straubing, Ed.) (2nd ed.).

Hotmaps project. (n.d.). Retrieved 1 August 2019, from <https://www.hotmaps-project.eu/>

Hotmaps toolbox. (n.d.). Retrieved 1 August 2019, from <https://www.hotmaps.hevs.ch/map>

IEE Project EPISCOPE. (n.d.). Retrieved 24 July 2019, from <http://episcope.eu/iee-project/episcope/>

IEE Project TABULA. (n.d.). Retrieved 24 July 2019, from <http://episcope.eu/iee-project/tabula/>

Kalogirou, S. (2014). Solar Space Heating and Cooling. In *Solar Energy Engineering* (pp. 323-395). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397270-5.00006-6>

Krimmling, J. (2011). *Energieeffiziente Nahwärmesysteme Grundwissen, Auslegung, Technik für Energieberater und Planer*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.



- Loga, T., & Diefenach, N. (2013). *TABULA Calculation Method - Energy Use for Heating and Domestic Hot Water* -. Institut Wohnen und Umwelt GmbH.
- Mourshed, M. (2012). Relationship between annual mean temperature and degree-days. *Energy and Buildings*, 54, 418-425.
- Offermann, M., Manteufel vfel, von, B., Hermelink, A., John, A., Ahrens, C., Jahnke, K., & Zastrau, K. (2017). *Nutzenergiebedarf für Warmwasser in Wohngebäuden*. Bonn. Retrieved from https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2017/bbsr-online-17-2017-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Pan-European Thermal Atlas 4.3. (n.d.). Retrieved 1 August 2019, from <https://heatroadmap.eu/peta4/>
- Persson, U., Möller, B., & Wiechers, E. (2015). *Methodologies and assumptions used in the mapping (D2.3)*.
- Persson, U., Möller, B., Wiechers, E., & Rothballer, C. (2015). *Maps Manual for Lead-Users (D2.4)*.
- TABULA WebTool. (n.d.). Retrieved 1 August 2019, from <http://webtool.building-typology.eu/#sd>
- Winter, W., Haslauer, T., & Obernberger, I. (2001). Untersuchungen der Gleichzeitigkeit in kleinen und mittleren Nahwärmenetzen. *Euroheat & Power*, 1-17.